

UNIVERSAL
LIBRARY

OU_204852

UNIVERSAL
LIBRARY

OUP—881—5-8-74—15,000.

OSMANIA UNIVERSITY LIBRARY

Call No. ^T521
R16V
Accession No. ^T4524
Author ~~రామా~~ రామా రావు, ఎ. వి. శుక్
Title విను వాణి.

This book should be returned on or before the date last marked below.

వినువీధి

మదరాసు యూనివర్సిటీ వారి బహుమతి పొందిన

ఉత్తమ ఖగోళ శాస్త్ర గ్రంథము

రచయిత

ఎ. వి. యస్. రామారావు

ఆధునిక విజ్ఞాన గ్రంథమాల

కాకినాడ

సత్యమయత్రయము

జనవరి 1955

సర్వస్వామ్యములు రచయితవి

శ్రీపతిముద్రణాలయము

కాకినాడ

విషయానుక్రమణిక

	పుట
మొందుమాట—డా. శ్రీపాద గోపాలకృష్ణమూర్తి	v
భూమిక—శ్రీ ఎమ్. వి. నరసింహస్వామి	vi
కృతజ్ఞత	xii
ప్రస్తావన	1
భూమి	11
సభోగోళము	61
నక్షత్రరాసులు	71
సూర్యకుటుంబము	101
సూర్యుడు	121
చంద్రుడు	160
గ్రహములు	174
తోకముకొలు	223
ఉల్కలు	232
నక్షత్రములు	239
గెలాక్సీలు, నెబ్యులాలు	297
ఉపసంహారము	313
అనుబంధములు	316
పారిభాషిక పదకోశము	325
పారిభాషిక శబ్దావళి	326
సూచిక	328

UNIVERSITY OF MADRAS

From

To

THE REGISTRAR,
UNIVERSITY OF MADRAS.

Sri A. V. S. Rama Rao,
Assistant Compiler,
TELUGU ENCYCLOPEDIA,
27, University Buildings,
MADRAS-5.

No. A 1781.

CHEPAUK, TRIPPLICANE P. O., MADRAS-5

Dated 6 May, 1953.

Sir,

Ref: The Thesis in Telugu on "Astronomy for the layman" (Vinu Veedhi) submitted by you for the prize for the encouragement of publication of works on modern subjects in Dravidian languages 1951-52—Original Works.

I am to inform you that the Syndicate has been pleased to award the prize (in Telugu) to you.

The prize amount of Rs. 750 may be claimed by you after 75 printed copies of the book are supplied to this Office. The copyright of the book will belong to you.

The thesis is returned to you herewith. Please acknowledge receipt of the same.

Yours faithfully,
(Sd.) R. RAVI VARMA
REGISTRAR.

ముందుమాట

సర్వభాతుల పునఃగమనముతో సరితూగుటకు మనకు వైజ్ఞానిక పరిశోధన లెంతఅవసరమో, ఆభాతుల నిండుజీవితమును ఆందుకొనుటకు విజ్ఞాన విప్లవీ, వైజ్ఞానిక దృష్టి అంత అవసరమూనూ మనక. తెలుగులో సాధించగలుగు నిర్దిష్టవైజ్ఞానిక గ్రంథసంచయము లేకుండు. అందునను ప్రాతా పాకసన్నిభము లగు గచనలు చొత్తిగా తియ్యవ. శ్రీరామారావుగారి యారచన సాధక విజ్ఞానపూర్ణము, సులభశైలి సంశోభితము, వైజ్ఞానిక దృష్ట్యాత్మకము. పురాతన భారతీయసిద్ధాంతముపట్ల దురిభిమానమూ, ప్రపంచభావనాపాండిత్యప్రదగృహమూ అను రెండు అవగుణములకు దూరమై పరిమాన్యులమును కలిగించు సులభ దర్శమునుగాక పరిమార్చమును బోధించు పటిత్రాదర్శముతో రచింపబడ్డ శాస్త్రగ్రంథ మిది. ఆంగ్రవాజ్ఞయములలో సాధకారి, పరిపూర్ణ, విజ్ఞానశాస్త్రశాఖ కీగ్రంథము వేగుచుక్క.

శ్రీరామారావుగారి గ్రంథములో వినువీధి సంతటినీ చక్కగ పర్యవేక్షించినారు. వారి ప్రస్తావన విని మనము భూపరిశీలనముతో ప్రారంభింతుము. భూమి ఆకారము, భ్రమణము, పరిభ్రమణము, పరిభ్రమణ ఆకారము, ద్రవ్యరాశి, ఇత్యాది వైజ్ఞానిక విశేషముల నన్నిటినీ పరికింతుము. తరువాత దృశ్యమానసభోగశయ, నక్షత్రరాసులు, సూర్యగ్రహణము, నక్షత్రములు, గెలాక్సీలు, నెబ్యులాలు, అన్నీనూ,— వినువీధినిగూర్చి నాగరికుల లెక్కవలసిన విజ్ఞానసంపద సంతటినీ ఈ మూడుపందలపుటల ఆవరణలో మనము నేకరింపగలము.

రామారావుగారి శైలి తెలుగుభాషాసర్వస్వపు తొలిపుటలు తీర్పు వ్యవసాయములో విశుభ్రమై, నిర్దిష్టవైజ్ఞానిక శస్త్రావళి చేర్చుటతో చీస్తి వంతమై, అన్వయసౌలభ్యముతో సువిజ్ఞాతమై, వినువీధివలెనే మనల నాకర్షించుచున్నది.

అభిమానపు చారు లేగ్నదని ఆంగ్రవాజ్ఞయసముద్రములో ఈ యువకి నావికుడు “వినువీధి”ని సముక్రొని రసవైజ్ఞానిక యాత్రలకు తెరచాప విచ్చినాడు. ఫలమును ఆంగ్రహాకిము ప్రసాదించును గాక.

మదరాసు }
28-11-54 }

శ్రీపాద గోపాలకృష్ణమూర్తి
భౌతిక శాస్త్రాచార్యుడు
రాజధాని కళాశాల

భూమిక

భూతలముపై శతాబ్దములతరబడి మానవజీవితపథపరిష్కారమందు ప్రచురముగా పాల్గొనిన ఖగోళవిజ్ఞానము ఆధునిక లోకవ్యవహారపరిష్కృతికి అమితముగా సోహదమొనర్చి నేటి మానవజీవితసంస్కృతిలో శాశ్వత స్థానము నార్జించుకొనినది.

ఖగోళవిజ్ఞానము మానవయుద్ధియందు మొట్టమొదట పాడనూపినది మొదలు మానవుని దృష్టిని వినుపీఠనికన్వట్టుజ్యోతిర్గణములు బలాత్కారముగా నాకర్షించినవి. వాటి అనభిగమ్యాన్నత్యము, అప్రకంప్యాక్షరత్యము, అప్రతిహత ఔజ్వల్యము తొలిమానిసిహృదయమును మొదట ఆశ్చర్యమునకు, పిమ్మట ఆరాధనకు ప్రేరించినవి. ఈజ్యోతిర్గణములన్నియు, అందున ముఖ్యముగా సూర్యుడు, తన జీవితవ్యాపారమును నియంత్రించు అధిదేవతాస్వరూపములని ఆనాటిమానవుడు తలంచెడివాడు.

ఆశ్చర్యావహదీప్తిచుంతములై కంటి కిగపడు ఈజ్యోతిర్మూర్తులు, అవాక్మ్యానసగోచరము, నిరతిశయ దీప్తియంతమును అగు పరంజ్యోతికి ఉపలక్షణముగా స్వీకరించి అపరోక్షానుభూతికి పూర్వరంగమును సగుణారాధనకు మానవుడు కడంగినాడు.

“అథ య ఏషో అంతరాదిత్యే హిరణ్మయః పురుషో దృశ్యతే
....తస్యో దితి నామ సఏష సర్వేభ్యః పాపృభ్య ఉదితః ఉదే
తిహ వై సర్వేభ్యః పాపృభ్యో య ఏవం వేద” (ఛా 1.6.6)

(సూర్యమండలాంతర్వర్తి యగు హిరణ్మయపురుషుడు ‘ఉత్’ అను నామము గలవాడు. ఈతడు సర్వపాప విముక్తుడు. ఈతని సెవ్యుడుపాసింపినో వాడు సర్వపాపములనుండి విముక్తు డగుచున్నాడు.)

“అథ యదతః వరో దివో జ్యోతి ర్దీప్యతే, విశ్వతః
సృష్టేషు, సర్వతః సృష్టేషు, అనుత్త మేషు ఉత్త మేషు

రోకేషు ఇదం వావతర్ యద్విదం అస్మిన్నంతఃపురుషే

జ్యోతిః" (శా 3-13-7) (ఈద్యులోకమునకంటె మీదుగా శేజ్యోతిస్సు ప్రకాశించుచున్నదో, యేజ్యోతిస్సు ప్రాణివ్యముమీదను, భూలోకముమీదను అంతకంటె సుత్కృష్టములగు సమస్త లోకములమీదను ప్రకాశించుచున్నదో ఆజ్యోతిస్సే పురుషశరీరమందాను ప్రకాశించుచున్నది.) అని దౌపనిషదకర్తలు ప్రస్తుతించినారు.

ఈజ్యోతిరామల ఆరాధనయే ముందు ఫలజ్యోతిషశాస్త్రమునకు, తరువాత ఖగోళవిజ్ఞానమునకు దారితీసినది.

కేవలము మానవ చైతన్యవికాసముగనే కాక, నక్షత్రవిద్య, దైనందిన మానవవ్యాపారమునకుమాడ క్రమశః బహుళోపకారకముగా నాచరించినది. ఉదయాస్తమయ పర్యాయసూచితమైన దైనందిన చలనము వలనను రాశిచక్రపరిమితమగు సాంవత్సరిక చలనమువలనను సూర్యుడు నిద్రించుట, మేల్కొనుట మొదలగు పర్యాయక్రమబద్ధమగు ప్రాణిలోక వ్యాపారములను నియమించు హ్రస్వ, దీర్ఘ కాలవిభాగములకు కారకుడైనను మానవుడు కాలవిభాగవిధాతగా మొట్టమొదట చంద్రుని గ్రహించినాడు. సూర్యుని కాలఘటకునిగా గ్రహించలేకపోవుటకు చంద్రుని అల్లు గ్రహించుటకు రెండుకారణములు గలవు. మొదటిది : వినువీణియందుచంద్రుని చారము సూర్యునిదానికన్న సరళతరము. అందుచేసులభిగ్రాహ్యము. రెండవది : అతిలోకదీప్తియుతుడు పవిత్రజ్యోతిర్మూర్తియు నగుసూర్యుని తుచ్ఛశాకికకాలమానవ్యాపారమున కుపయోగించుట ఆరాధనాచక్రమాన సుదైన నాటిమానవుని కంతగారుచించకపోవచ్చును. నేడు ప్రపంచమందంతట, వివిధదేశములందు వాడుకలోనున్న కాలవిభాగసూచకములగుపంచాంగములన్నియు ప్రాచీనమానవుని ఖగోళప్రత్యవేక్షణలు, ప్రత్యవేక్షణాపరికరములమీదనాధారపడియున్నవే. అహోరాత్రపర్యాయమువలనజనించిన అపరిష్కృతకాలమానజ్ఞానము తరువాత నాగరికమానవునిచే బహుళముగా విస్తరించబడినది. మొదట నక్షత్రములచలనములనాధారముచేసికొనియు,

తరువాత గడిచిన కాలములను పరిశీలించినచో మనకు మనయోగించినట్లు, కాల
జ్ఞానము వృద్ధిని గాంచినది. కొన్ని నూతనసూక్ష్మ పరికరములను పరిష్కరించి, మన
ప్రస్తుత కాలమానజ్ఞానమంతయు ఖగోళ అవేక్షణల ఫలముగా జనించినదియే.

కాలస్వభావనం వేదనయందే కాక, ఇంకొక దెసలోనూడ మానవ చైతన్యము ఖగోళ పరిజ్ఞానముచే నుత్తేజింపబడినది. అది దిక్పరిజ్ఞానము. కాలసం
వేదనవలె దిక్సంవేదనకూడ, ముఖ్యముగా నభోమూర్తుల అవేక్షణలవలననే
పెంపొందినది. తమకు, తమ పశువులమందలకు వలయు ఆహారముకొరకు
గ్రామైక రాత్రముగా భూమిని పర్యటించుచున్న చలనానుల (Nomads)
దిజ్ఞి రేఖ ప్రయత్నములు మొదలుకొని, ఆధునిక నౌకాయాన సౌకర్యాపాదక
మగు దిజ్ఞి రేఖ నిర్వహణమువరకు నక్షత్రములే మానవునికి అస్తమాగ్గదర్శక
ములుగా సాయపడినవి. భూమి యొక్క ఖగోళాకృతి, దాని పరిమాణము తెలి
సినతరువాత, ఖగోళమును, దాని నావరించికొనియున్న ఖగోళమును, అవేక్ష
ణలనాధారముగాగొని ఖగోళవిజ్ఞాని సమవిభాగములు గావిభజించెను. భూత
లముపై తాను ఆర్జించిన పరిమాణవిజ్ఞానమునందగాగొని, ఖగోళ ప్రమాత,
ఖగోళాంతరాళమందు పర్యటించుచున్న నభోమూర్తుల దూరమును కొలుచుటకు
సాహసించెను. ఇట్లు భూమికి సూర్యునికి, భూమికి చంద్రునికి మధ్యనున్న
దూరములను, భూసదృశములగు గ్రహముల దూరములను గతులను శోధిత్వి
దులు నిర్ణయించిరి. ఈ ఖగోళ చలన ప్రకారములను అన్వేషించుటలో అనే
కములగు గణితశాస్త్ర సమస్యలు పరిష్కరించబడినవి; పద్ధతులు విస్తరించబడి
నవి. ఖగోళజగత్తును అన్వయించు ఈ గణితమే ఇటీవల పరిమాణాగతనా
గమాస్యములను ఉద్ఘాటించుటకునూడ పరిమాణాత్మాస్త్రములను అంగీకరింప
యోగించినది.

దూర దర్శని పరికరమునిర్మితమైనతరువాత ఖగోళజ్ఞాన మిన్నివృద్ధి
నది. నభోమూర్తుల దూరములను కొలుచుటయే గాక, వాటి ఛాయితీ స్వభావము
లను గవచలము అనుశీలించుటకు శాస్త్రాధ్యయనము మొదలిడినాడు. కాని
వర్ణమాణుష్యని (Spectroscope), ఛాయాచిత్ర గ్రాహకము (Photo
graphic Camera), సూక్ష్మదీప్త మాపకము (Sensitive Photometer)

అనుపరికరములు ఖగోళాన్వేషణకై సజ్జములైనతగువాత ఖగోళవిజ్ఞానము అత్యాశ్చర్యగర్వకరమైనఆభివృద్ధినిగాంచినది. దగ్గరగానున్న సూర్యమండలమునకు చెందినసూర్యుడు, గ్రహములు, ధూమకేతువులు, వీటిభౌతికస్వభావములను అవగాహించుకొనుటయందుజయమురాంచినపరిశీలనపద్ధతులను, విశ్వాంత రాశిమన అతిదూరముననున్న జ్యోతిర్నిధులను అన్వయింపజేసి, నక్షత్రముల, నక్షత్రలోకముల ప్రాదుర్భావము, మనికి, వినాశము, వాటిజాతులు, పరిమాణములు, ఆకృతులు, భౌతికగాసాయనికసంఘట్టనలు మొదలగు అత్యద్భుతవిషయములను శాస్త్రకర్త అవిష్కరించెను. అన్నిటికన్న విస్మయాపాదకమగువిషయము విశ్వవ్యాకోచము. ఈఅద్భుతసంఘటనను వివరించుపట్ల శాస్త్రకర్తలు కవులుగుచున్నారు. విశ్వమందు మొదట నున్న ద్రవ్యమెట్టిది? అది మారనస్పష్టియా, అనార్యా? అదిఏవిధమున పరిణామమునుచెంది లోకాలోకములగుచున్నది? విశ్వపరిమాణవిస్తృతములగుఈసమస్యలముందు, సూర్యమండలమునకుచెందిన గ్రహోపగ్రహ ప్రాదుర్భావము, సూర్యుని, తాత్కాలికగ్రహముల భౌతికస్థితులు, వీటినిగురించిచరిత్రాస మహత్వమునుకోలుపోవుచున్నది. ఈసమస్యలనుసాధించుసందర్భములో, మనప్రాచీనఋషులచే రెడవబడిన పర్యాయస్పష్టి, సంతతస్పష్టి, సంకల్పస్పష్టి మొదలగుఆర్షభావములు ఆధునికవేషములుధరించి బయలు వెడలుచున్నవి. సిద్ధాంతబాహుళ్యమెప్పుడును తత్త్వనిర్ణయమునకు ప్రతిబంధకమే. సిద్ధాంతములు సామంజస్యసూత్రముననుసరించి కల్పించబడినను, ఆసిద్ధాంతములకాధారములైన అవేక్షణాకృష్టభూతాద్ధములు, నిజముగా ఆశ్చర్యజనకములు. ఖగోళములదూరములు, వాటిచలనవేగములు, వాటిపరిమాణములు, వాటితాపక్రమస్థితులు మొదలగువిషయములను జ్యోతిశ్శాస్త్ర గ్రంథములందు మనము చదువునపుడు మనబుద్ధిభ్రమించును. భూతలమందు మనకు పరిచితమగు పరిమాణములతో పోల్చిచూచిన ఈఖగోళపరిమాణములు ఊహనుమిరిపోయినవి; గణనాపరసీమను తాకినవి. సెకనునకు 1,86,000 మైళ్లవేగముతో అంతరాళమున పయనించువెలుతురు, దూరవిశ్వకోణములం

దున్న కొన్ని కత్తులలోకములనంటి భూమిని చేరుకొనుటకు 10 లక్షల సంవత్సరములు పట్టినవి. ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులను మనకు తెలియజెప్పినపుడు, భూమి నుండి ఆనక్షత్రలోక దూరమును అపగణించుకొనుటయెట్లు? లేదా మన పాలపుంత 1,00,000 కాంతి సంవత్సరముల వ్యాసము, 10,000 కాంతి సంవత్సరముల దశ సరిగల అండవృత్తైకముల గోళముని మనలను శాస్త్రజ్ఞుల హెచ్చరించినపుడు ఈ పరిమాణము హత్వమును బుద్ధి కెక్కించుటయెట్లు? మై పెచ్చు విశ్వము విశ్రాంతముగా వ్యాకోచింపచున్నదట. “బృహి, వృద్ధా” అను భాతువునుండి ఉత్పన్నమై ‘బృంహతి’ (అనన్త) ఎల్లపుడును వృద్ధిచెందునను ఖగ్గముగల “బ్రహ్మ” పదమునకు విశ్వవ్యాకోచ ససిద్ధాంతములు నవీన వ్యాఖ్యానములవలె గోచరించుచున్నవి. “మహతో మహియాన్” అని ప్రతి. నిర్దిష్ట నిరపేక్షకమైన వస్తువుయొక్క బృహత్పరిమాణమునకు విశ్వపరిమాణము కొంచెమొక పుచ్చుక నుపింపను. ఏలయన, నిశ్వము, విశ్వశరీర రెండు వస్తువులును దురవగాహ పరిమాణములు కలవియే.

భూతలమందు మానవుడు ప్రకృతిమై మహత్తర విజయములను గాంచి నాడు; ప్రకృతిని తనదానినగా చేసికొన్నాడు. విశ్వసృష్టి కలమానికము తానని మానవుడు గర్వింపఁ తో విగ్రహింపఁ తన ప్రకృతి పక్షి కరిణము కాగి యుకావచ్చును. ఇట్టి దురహంకార పూరితుడగు పురుషుని చేతికి ప్రస్తుత గ్రంథమువంటి నవీన ఖగోళ శాస్త్ర గ్రంథము నొకదానినిచ్చి దానినతని చేచది వింప చేసినయెడల బుర్ర కెక్కిన ముస్తంతయు మంత్రించినట్లు దిగిపోవును. “ఖగోళ శాస్త్రము వర్ణించు నిరపేక్షక మహత్వముగల విశ్వమెక్కడ, అట్టి విశ్వాంతరాళమున నొకమూలనున్న ఒక ఇసుక నెగనుపాటియైన జేయని భూమి యందు బారియలు పెట్టి కాలక్షేపము చేయుచు విగ్రహించున్న ఈతుచ్చమానవకీటమెక్కడ” అని యనిపించును.

ప్రస్తుత గ్రంథము పరిమిత పరిమాణముగలదియైనప్పటికిని ఇది నవీన ఖగోళ విజ్ఞానమును మనకందజేయు గ్రంథములలోటిలో చేరినది. ఇందు వేరు వేరు శీర్షికల చదులు చదువునంతటిని చవులుగొలుపు తెలుగునుడికారమున సంత

కించి, గ్రంథకర్త చదువరులకుచవిచూపినాడు. విషయము గంభీరమైనను, గానినినులభావగాహముగాజేయుటయందు గ్రంథకర్త గాంచిన విజయము ప్రశంసార్హము. ఈ గ్రంథమును సాంతముగ చదివినతరువాత చదువరుల హాసనమందు ఇంకను ఉద్బ్రంభముల నవలూకించి విశేషవిషయముల తెలిసికొనవలయునన్న హితూహలమురే కెత్తినయెడల గ్రంథకర్త ఉద్యమము ఫలనంతమగును. తెలుగుభాషలో రచించినశాస్త్రగ్రంథములు చాలతక్కువగా నున్నవి. ఉన్నవాటిలోనైన విషయము నుఖప్రతీతికొరవడియున్నది. ప్రస్తుత గ్రంథము చదువరులఉపలబ్ధినిఆయాసపెట్టకుండ వారికి విషయవిశదపరిచయమును చేకూర్చును. అదిగాక పాఠకులు ఈగ్రంథమువై పుచూపుటదరము గ్రంథకర్తను ఇటువంటిశాస్త్రవిషయవైశద్యాపాదకములగు శాస్త్రగ్రంథముల నింకననేకముల తెలుగులో వ్రాయుటకుపురికొల్పగలదని ఆశించుచు ఈభూమికను ముగించుచున్నాను.

చెన్నపట్టణము
తెలుగుభాషాసమితి
జయనామసంపత్సర్
భాద్రపద బహుళ చతుర్దశి
25-9-54

మే. వ. నరసింహస్వామి
తెలుగువిజ్ఞానసర్వస్వ భౌతికరాసాయనికశాస్త్ర
సంపాదకుడు

కృతజ్ఞత

ప్రావిడెన్సావలలో ఆధునికశాస్త్రవాదులును సభివృద్ధిపరచుటచే చెన్నపురి విశ్వకళాపరిషత్తువా రేర్పరచిన 'పోటీ' యీ గ్రంథరచనకు కారణము. ఆ 'పోటీ'కివచ్చిన గ్రంథములలో దీని నుద్దియమైనదానినిగా నెంచి బహుమానమొసగి దీనిప్రచురణకు కారణభూతులైన చెన్నపురి విశ్వవిద్యాలయమువారి కంఠయు కృతజ్ఞుడను. నాయందలి వాత్సల్యముచే తోరిన దేతవపుగ 'మందుమాట'ను, 'భూమిక'ను వ్రాసియిచ్చి, నన్నాకీర్వ దించిన మన్దురువర్మలు డాక్టరు శ్రీపాద గోపాలకృష్ణమూర్తిగారికిని, శ్రీ ఎమ్. వి. నరసింహస్వామిగారికిని నా వందనములు.

ఈ గ్రంథరచనయందును, ముద్రణమందును పలువురుమిత్రులు నాకు సాయపడిరి. పూజ్యులు శ్రీమల్లంపల్లి సోమశేఖరశర్మగారు యమాల్య సాహాయ్యసంపద నాకు లభింపకపోయినచో ఈగ్రంథ మింతత్వరలో వెలువడియుండెడిదికాదు. శ్రీవసంతరావు వేంకటరావుగారు దీనిని సహృదయులై పరిశీలించిరి. ఉభయభాషాప్రవీణ శ్రీ మహ్మూరి సూర్య నారాయణశాస్త్రిగారు భాషావిషయమున సనేకనూచన లొసగిరి. వీర రెల్లగారు నా హృదయపూర్వకవందనములు.

ఈపుస్తకమున ప్రచురించిన 4, 5, 6, 7, 9, 10, 17 పటముల ఛాయాచిత్రములను కోడైకనాల్ అబ్జర్వేటరీవారును, 18 వ పటము ఛాయా చిత్రమును నైజామియాఅబ్జర్వేటరీవారును, 19 వ పటము ఛాయాచిత్ర మును జియలాజిక్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియావారును, 11, 24, 28, 30, 31, 32 పటముల ఛాయాచిత్రములను సయిన్సు సొసైటీ, మదరాసు వారును ఒసగిరి; తమకుచెందిన పటములను వినియోగించుకొనుటకు మాంట్ విల్కన్ & పేలమార్ అబ్జర్వేటరీవారనుచుతించిరి. వారల సహృదయతకు నాధన్య వాదములు.

ప్రస్తావన

‘శారదాత్రయ యజ్ఞవిల్లసత్తరతారకహారపంతులన్
జారుతరంబులయ్యె.....’

రేనెలుగు ఛాయలులేని శరన్నిశీఘములందు వినువీధిని
సానబెట్టిన నజ్రములనలె మిలమిల ప్రకాశించు నక్షత్రముల
యతిలోకసౌందర్యమునకు కవితల్లజుడైన నన్నయ ముగ్ధుడై,
తన యానందమును కవితారామణీయకముగో జోడించి
వాగ్రూపమున పై పద్యభాగమందు చిత్రించెను. ఈ యానంద
పారవశ్యము ప్రతి ప్రేక్షకునకును సామాన్యమే. సామాన్య
ప్రేక్షకుడు కవిగామిచే ఆ యానందమును తన మనస్సునందే
జీర్ణించుకొనును. ఆనందజనకమగు వస్తువునుగురించిన జ్ఞానమా
యానందము నినుమడింపజేయు ననుట నిర్వివాదము కదా !
కాబట్టి ఆనందజనక గగనదృశ్యముయొక్క నిగూఢ రహస్యము
నొకింత యవగాహనము చేసికొనుటకు ప్రయత్నింతము.

శీర్ష భాగమం దదుమబడిన గుండ్రని పెద్దడిప్పవలె ఆకా
శము కనపడును. కాని నిజమునకు ఆకాశమనునది ద్రవ్య
రూపమున నేమియునులేదు. ఆకాశము శూన్యప్రదేశమే.
మనయాహకందనంత దూరమువరకును ఆశూన్యప్రదేశ
మున్నది. అంతయెక్కువ దూరమునకు నున్న ఆశూన్యప్రదేశ
శములో చాలతక్కువభాగము మాత్రమే మనకంటికి ఆనును ;
అప్పుడు శీర్ష భాగమం దదుమబడియున్న గుండ్రనిడిప్ప భూమిపై

బోర్లింపబడిన ట్లది మనకు కనిపించును. ఆకాశమని మనము తఱచుగా వ్యవహరించుచున్నది అట్లు గుండ్రని డిప్పవలె కనబడుచున్న దాని లోపలి తలమే.

ఆకాశమువైపు చూచినపుడు జ్యోతులవలె ప్రకాశించుచు అనేకమూర్తులు మనకు గోచరమగును. ఆకాశమందున్నట్లుగా గోచరించుచున్నవి కాబట్టి ఆమూర్తులను సభోమూర్తులని సాధారణముగా వ్యవహరింతురు. వీనిలో చాలమూర్తులు గోళాకారమున నుండును. ఆహేతువుచేత ఖగోళములని కూడ వానిని పేర్కొనుట కలదు. ఖగోళము లనగా ఆకాశమందున్న గోళములే.

ఆకాశమునకు వెనుక ధగధగ మండుచు దివ్యాగ్ని యున్నదనియు, ఆకాశములోని రంధ్రములమూలమున మన కగపడుచున్న ఆ దివ్యాగ్నియే సభోమూర్తులనియు పూర్వులను కొనుచుండెడివారు. కాని ఇది నిజముకాదు. ఆకాశ మనెడి దేదియు ద్రవ్యరూపముతో లేనపుడు దానికి చిల్లులుండుట, దానికి వెనుకనున్న దివ్యాగ్ని ఆ చిల్లుల ద్వారముగ సభోమూర్తులుగా గోచరించుట అసంభావ్యము గదా! నిజమునకు సభోమూర్తులన్నియు ద్రవ్యమయములైన పెద్ద పెద్ద స్వరూపములు.

సభోమూర్తులవైపు ఆకస్మికముగా నొక్కసారి చూచినచో నవి యన్నియు చుక్కలవలె నున్నట్లును, ఒకేవిధముగా ప్రకాశించుచున్నట్లును మనకు స్ఫురించును. కాని నిదానముగా కొన్ని దినములు గంటలు వానిని పరిశీలించినయెడల అవి యొకే

మాదిరిగా ప్రకాశించుటలేదని మనకు తెల్లమగును. ఈవిధముగా సభోమూర్తులందు గలతేడాల నాధారముగా జేసికొని వానిని కొన్నివర్గములుగా శాస్త్రజ్ఞులు విభజించిరి. గెలాక్సీలు, నెబ్యులాలు, నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఉపగ్రహములు, తోకచుక్కలు, ఉల్కలు అనునవన్నియు సభోమూర్తులందలి వివిధవర్గములే.

గగనతలమున మన కగపడుమూర్తులలో అధికసంఖ్యాకములు నక్షత్రములు. నిర్మలమైనరాత్రియందు చంద్రుడు లేని సమయమున ఆకాశమునైపు చూచి, 'అబ్బో! నక్షత్రము లెన్నియున్నవో!' యని వాని కసంఖ్యాకత్వము నాహోపించి ఆశ్చర్యమును ప్రకటింతుము. కాని శాస్త్రపరికరసాహాయ్య మేమియు లేకుండ కంటితో చూచినపుడు కనపడు నక్షత్రముల సంఖ్య అపరిమితము గాదు. మంచి దృష్టిగల మానవునకు ఏదైన నొకసమయములో కనపడునక్షత్రములు సుమారు 3000 ఉండును. భూమిపై రెండవఅర్ధభాగమందున్న మానవున కాసమయములో కనపడునక్షత్రములు కూడ రమారమి అన్నియే యుండును. కాబట్టి కంటికి కనపడు మొత్తము నక్షత్రములు 6000 కంటె నెక్కువ యుండవు. కాని మనకంటికి కనరాని నక్షత్రము లింకను నన్నియో బ్రహ్మాండమందు గలవు.

నక్షత్రములు స్వయంప్రకాశకగోళములు. దీపము స్వీయకాంతిచేత ఏరితిగా ప్రకాశించునో అరిగినే ఆకాశములో నక్షత్రములు ప్రకాశించుచున్నవి. భూమినుండి చూచుచున్న

మనుకు మనుకు మనుకు మనుచేస్తున్నాను ఆకాశమున గోచరించు చున్న మూర్తిల్నియు సత్కరించుచే.

వేగుచుక్కను చాలామంది చూచినారే యందుకు. ఆ చుక్క పొడుపును బట్టియే స్వేచ్ఛలు తేరులు జ్ఞేవారనచ్చు చున్నదని తెలిసికొందురు. సత్కరించువలె ప్రకాశించుచు చంద్రుడని రాశ్రయిండు జ్ఞేవారుజామున కసబుడు ఖగోళము లన్నిటికంటెను ఎక్కువ దీప్తిమంతముగా గోచరించున దదయే. సూర్యచంద్రుల తరువాతి దాశ్రయంత ఎక్కువ దీప్తితో మనకగపడు ఖగోళము మరియొకటిలేదు. నిశితముగా పరీక్షించినచో అది కేవలము సత్కరించుచు చుక్కగా గాక చిన్న బింబముగా గోచరించును. దాసముగా కొంతసేపు దాని సవేష్టించినయెడల సత్కరించువలె మినుకు మినుకు మనక అవిచ్ఛిన్నమైన కాంతితో నది ప్రకాశించుచున్నట్లుల కూడ మన కవగతమగును.

‘సత్కరించుచు అసగా చుక్కలు స్వయంప్రకాశక ఖగోళముల’ని మనము నిర్వచించినయెడల వేగుచుక్క చుక్క (సత్కరించు) కాబాలదు. అది స్వయంప్రకాశకమూర్తి కాక పోవుటయే అందుకు కారణము. తనపై బడిన సూర్యకాంతితో వేగుచుక్క ఆకాశమున తేజరిల్లుచున్నది. ఇట్లది సూర్య కాంతినలన తేజరిల్లుటయేగాక సూర్యునిచుట్టును ప్రదక్షిణము కూడ చేయుచున్నది. వేగుచుక్కను శుక్రుడని మరియొక పేరు గలదు. శుక్రునివలె సూర్యునిచుట్టును ప్రత్యక్షముగా తిరుగు చున్న ఖగోళములను గ్రహము లందురు. శుక్రునితో కలిసి గ్రహములు మొత్తము పది యున్నవి. బుధుడు, శుక్రుడు,

భూమి, కుంజుడు, ఆప్తిరాముడులు, గురుడు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటో అని వాసిపేర్లు.

సభోమూర్తులను పరిశీలించుటకై దూరదర్శిని యను పరికరము నొకదానిని శాస్త్రజ్ఞులు సృష్టించినారు. ఈ పరికరముతో చూచినపుడు దూరముననున్న మూర్తి దగ్గరగ నున్నట్లుగపడును. ఇట్టి పరికరముతో గ్రహముల సవేక్షించి నపుడు చిన్నచిన్న బింబములుగా అవి కనపడును. కాని అదే పరికరముతో సక్షత్రములను పరీక్షించినయెడల వట్టికంటికి కన పడువానికంటె కొంచెము పెద్దనిగా నవి గోచరించినను బింబములుగా మాత్రము ప్రత్యక్షము కావు ; చుక్కలుగనే అవి కనపడును.

ఒక సభోమూర్తి సక్షత్రమో గ్రహమో దూరదర్శిని లేకుండకుండ తెలిసికొనవచ్చును. కొన్ని దినములు లేక నెలల కాలస్యసభో సక్షత్రములనుబట్టి గ్రహముల సాపేక్ష స్థానములతో మాపు నచ్చును. కాని సక్షత్రముల స్థానములలో సట్టి మాపు గోచరము కాదు. ఆకాశమున మనకు ప్రత్యక్షమగు మూర్తులతో గ్రహములసంఖ్య చాల తక్కువ.

గ్రహములు గాక సూర్యనిచుట్టు ప్రత్యక్షముగా తిరుగుచున్న మూర్తులలో ముఖ్యమైనవి తోకచుక్కలు. సభోమూర్తులన్నింటిలోను విక్సిలి ఆశ్చర్యకరమైనవనియే. తోకచుక్క అనగానే కాంతిమంత మైనపెద్దతల, దానికేర్చి పొడువైన తోకగల సభోమూర్తి మనస్ఫురణకు వచ్చును. ఇట్టి సభోమూర్తులు తరచుగా ప్రత్యక్షముకావు. వాని అపురూపమే

వాని నింతకు కారణమేమో! కాని తోకచుక్కలలో తోక
లేనివికూడ పెక్కు-లున్నవి. తోకచుక్కలలో వానిసంఖ్యయే
చాల హెచ్చు. తోక ఉన్న తోకచుక్కలు తరచుగా కనిపిం
చవుగాని తోక లేనివిమాత్రము ప్రతినంతవత్సరము కనపడు
చునే యుండును. కాని తోక లేనికారణమున సామాన్య
మానవుని దృష్టి నవి యెక్కువగా నాకర్షింపలేవు.

సభోమూర్తులందు ఎక్కువ విరివిగా కనిపించునవి
ఉల్కలు. రాత్రి ఆకసమునంక చూచుచో ఒక సక్షత్రము
హఠాత్తుగా క్రిందికి పడిపోవుచున్నట్లు నన్నని కాంతిరేఖ ఆకా
శమున కడ్డముగా కనిపించును. కాని సక్షత్రము పడిపోవుట
నిజముకాదు. ఆ కాంతిరేఖ భూమివైపునకు ఉల్క పడుటవలన
కలిగినదే. ఉల్కలు వినువీధిని తిరుగుచున్న అత్యల్పమైన
మూర్తులు. భూమిని చుట్టియున్న వాతావరణములోని కవి
వచ్చుట తటస్థించినపుడు వాతావరణపు రాపిడి కవి వేడియెక్కి,
మండి, నన్నని కాంతిరేఖగా గోచరమగును.

ఆకాశములో గ్రహములచుట్టును తిరుగుచున్న మూర్తులు
ఉపగ్రహములు. మనకు చల్లని వెన్నెల నిచ్చుచున్న చంద్రుడు
భూమిచుట్టు ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్న ఉపగ్రహము. భూమికి
గల ఉపగ్రహము చంద్రుడొక్కడే. మన చంద్రుడు గాక
ఆకాశములో ఇతర గ్రహముల చుట్టును తిరుగుచున్న ఉప
గ్రహములు మరి ముప్పది యున్నవి. ఉపగ్రహము లన్నియు
ఆయా గ్రహములచుట్టును తిరుగుచు ఆ గ్రహములతో కలిసి
సూర్యునిచుట్టును తిరుగుచున్నవి.

ఈవిధముగా సూర్యునిచుట్టును ప్రత్యక్షముగనో పరోక్షముగనో తిరుగుచున్న నభోమూర్తుల నన్నింటిని, సూర్యునితో చేర్చి, సూర్యకుటుంబమని వ్యవహరింతురు.

నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఉపగ్రహములు స్ఫుటమైన కాంతితో ప్రకాశించును. కాని ఆకాశమందు స్ఫుటమైన కాంతితో ప్రకాశింపక మసకగా మాత్రమే గోచరించు మూర్తులు కొన్ని యున్నవి. దూరదర్శినితో చూచినపుడు తెల్లని కాంతి పింజలవలె నవి గోచరించును. ఇట్టి మూర్తులకు నెబ్యులాలని పేరు.

ఆకాశములో ఉత్తర దక్షిణములుగా వ్యాపించి గగన తలమును రెండుగా భాగించుచున్నట్లు పొడువైన మేఘమువలె నొకమూర్తి యున్నది. పాలపుంత యనియు, కాశీరామేశ్వరముల త్రోవ యనియు, వియద్గంగ యనియు దానిని సామాన్యముగా మనము వ్యవహరింతుము. అస్పష్టమైన కాంతితో సుదీర్ఘమైన తెల్లని మేఘమువలె గోచరించుచున్నది గాని వాస్తవముగా నది అనేకకోట్ల నక్షత్రములు, నెబ్యులాలు చేరగా నేర్పడినమూర్తి. ఇట్టి మూర్తులకు శాస్త్రపరిభాషలో 'గెలాక్సీ' లని నామము.

*

*

*

నక్షత్రములు, గ్రహములు, ఉపగ్రహములు, తోక చుక్కలు, ఉల్కలు, నెబ్యులాలు, గెలాక్సీలు మున్నగు వేర్వేరు నభోమూర్తులను గూర్చిన జ్ఞానము నొసగు శాస్త్ర విభాగమే ఖగోళవిజ్ఞానము ; లేదా ఖగోళశాస్త్రము. జ్యోతి శాస్త్రమని దానికి మరియొక పేరు. నభోమూర్తుల స్వభా

వము, ఆకార పరిమాణములు, సంచలనములు, సావేక్ష సన్నివేశములు, రచన ఆదిగాగల అనేకవిషయములు ఈశాస్త్రమందు చర్చింపబడును.

ఖగోళవిజ్ఞానము చాల పురాతనమైనది. ఆధునికయుగమందు భౌతికశాస్త్రరంగములలో జరుగుచున్న విజ్ఞానాభివృద్ధి ఫలితముగా మహాధికీకరణ సామర్థ్యముగల సుగ్రాహ్యవేధన పరికరనిర్మాణము శాస్త్రజ్ఞులకు సాధ్యమైన నాటినుండియు ఖగోళవిజ్ఞానముకూడ బాగుగా ప్రవృద్ధమానమగుచున్నది. ఈరీతిగా దినదిన ప్రవృద్ధమగుచున్న ఖగోళ విజ్ఞానక్షేత్రమును అందుకృషిచేయుచున్న విజ్ఞానులకు వీలుగనుండుటకై మూడు ఖండములుగ ఆధునికులు విభజించిరి. ఈవిభజన కేవలము స్థూలమని వేరుగ చెప్పనక్కరలేదు. వర్ణనాత్మక ఖగోళవిజ్ఞానము, సైద్ధాంతిక ఖగోళవిజ్ఞానము, ఖగోళభౌతిక విజ్ఞానము—అని ఆ ఖండములకు పేర్లు.

వర్ణనాత్మక ఖగోళవిజ్ఞాన మెక్కువగ అవేక్షణాత్మకమైనది. సభోమూర్తుల చలనముల సవేక్షించి ఆఫలితములను లిఖించుట, ఏ సభోమూర్తి భవిష్యత్తునం దేనమయమున గగనతలమునం దేస్థానమున నుండునో అవేక్షణ ఫలితముల సాహాయ్యమున నాదేశించుట, ఆవిధముగా నక్షత్రప్రకటన, పంచాంగములను తయారుచేయుట ఈవిభాగమునందు జరుగు కృషి. సభోమూర్తుల ఘనపరిమాణమును కనుగొనుట, భూమినుండి వానిదూరములను కొలుచుటకూడ ఈఖండమున జరుగు కృషిలోని భాగమే. ఖగోళవిజ్ఞానములో ఇదియే మిక్కిలి పురాతనమైన శాఖ.

భుగోళవిజ్ఞానముగోచరించునట్లుగా మునుపటి భౌగోళవిజ్ఞానము కేవలము గణితశాస్త్రప్రయోగమైనది. భుగోళచలనములకు కారణమును పరిచితిగై గణితశాస్త్రమును మునుపటి వాటికి నుత్తరముగఁగఁచుటయే భౌగోళవిజ్ఞానమందు జరిగిన కృత్యమునందు ప్రధాన లక్ష్యము. భుగోళముల ద్రవ్యరాశి, స్థితి, చలనము ఈ ఖండినందు జరిగినవి.

ఇక ప్రచోదనముగోచరించునట్లుగా మునుపటి భౌగోళవిజ్ఞానముల నుండి తముగా లక్ష్యమును స్థాపించుట సభోజ్యమునై కన్పయింపజేసి వాని రచనావిధానము, తాత్పర్యము, స్వభావము, పరిణామ విశేషము— ఆవిధానము నిరూపించుట ముఖ్యముగా భావించిన భుగోళభౌగోళవిజ్ఞానములకు జరిగిన కృత్యము. ఈ శాఖ కు సుసంపన్నము. ఆధునిక భౌగోళవిజ్ఞానము స్థాపించిన స్వప్రమాణముగాను మను సరికరసాహాయ్యముననే ఈ శాస్త్రశాఖ పెంపొందవలయును.

ఇట్లు చేరిన భుగోళశాస్త్రమును మరియొక నూతన శాఖ భుగోళవిజ్ఞానమందు చేర్చినది. దీనిని ప్రత్యేకమైన శాఖగా గాక భుగోళభౌగోళశాస్త్రముగా పేర్కొనుట యుచితము. సభోజ్యమునందుండి ప్రసారమును దృఢీకరణ, అభివృద్ధి, పరిశోధనాకాంక్షిరణములు యనుశీలనమునకు మాత్రమే భుగోళభౌగోళవిజ్ఞానము పరిమితమై యున్నది. కాని సభోజ్యముల నుండి ప్రసారమును వికరణములు స్థాపించుట మాత్రమే కాదు. మనము చేరిన భౌగోళ శాస్త్రము పాటలను ఎట్టి తరంగముల సాహాయ్యమున వివరములనున్నామో అట్టి తరంగము

లును సభోమూర్తులనుండి ప్రసారితమగుచున్నవి. ఈతరంగములనుకూడ మన మనుశీలింపగలిగినచో సభోమూర్తులనుగూర్చి మరికొంత జ్ఞానము నాజ్ఞించుటకు వీలుచిక్కును. ఈ రీతిగా సభోమూర్తులనుండి ప్రసారితమగు రేడియోతరంగములయనుశీలనమునకు ప్రత్యేకింపబడిన ఖగోళవిజ్ఞానశాఖయే రేడియోఖగోళశాస్త్రము.

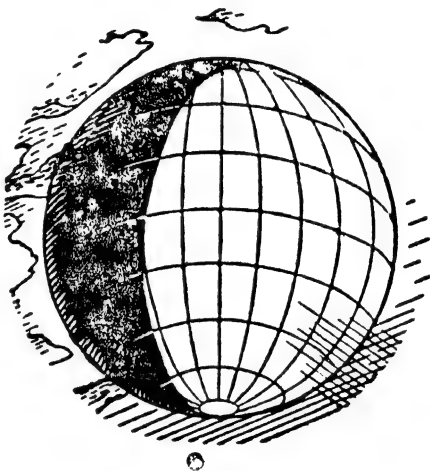
లోగడ పేర్కొనినట్లు ఈ ఖగోళవిజ్ఞానవిభజన కేవలము స్థూలమైనది. పైని వివరించిన విధముననేగాక మరియొకరీతిగా కూడ ఖగోళవిజ్ఞానవిభజనను చేయుచుందురు. ఈ విభజనయందు ఒక్కొక్క తరగతి సభోమూర్తులనుగూర్చి ఒక్కొక్క భాగములో చర్చించి, ఆ సభోమూర్తులతోనే ఆ ఖగోళశాస్త్రభాగమును పేర్కొందురు. సక్షత్రఖగోళవిజ్ఞానము, సూర్యకుటుంబఖగోళవిజ్ఞానము మొదలగునవి యిట్టివే.

ఎట్లయినను విషయము నెక్కువ లోయగ చర్చింపదలచినపుడే ఈ ఖగోళవిజ్ఞానవిభజన యెక్కువ ప్రాముఖ్యమును వహించును. కాని జనసామాన్యముకొరకు వ్రాసిన ప్రకృత గ్రంథమువంటి వానిలో ఈ ఖగోళవిజ్ఞానఖండములందు ఏదో ఒక ఖండమందలి విజ్ఞాన సంపదనుగూర్చి మాత్రమే వ్రాయుట అభిలషణీయము కాదు. కాబట్టి యీ గ్రంథములో వర్ణనాత్మక, పైధాంతిక ఖగోళవిజ్ఞానరంగములలో సేకరించిన జ్ఞానమును కొంతవిపులముగను, ఖగోళభౌతికవిజ్ఞానరంగములో నాజ్ఞించిన విజ్ఞానమును కొంత సంగ్రహముగను చర్చించుటకు ప్రయత్నింతుము.

భూ మి

భూమి నారింజకాయవలె గోళాకారమున నున్నదని చెప్పినచో మనలో చాలమందికి విష్ణురముగానుండదు. కాని అందఱు దాని నంగీకరించెదరని పూర్తిగా చెప్పలేము. భూమి

బల్లపరుపుగానున్నదని వాదించువారు పలువురుందురు. గాఢముగా ఆలోచింపక పోయిన యెడల 'అది నిజమేమో' యని మనకు కూడ అనుమానము కలుగవచ్చును ; ఊరి వెలుపలికేగి విశాలమైన బయళ్ళమధ్య నిలువబడి నలునైపులనుచూచినచో భూమి



1 వ చిత్రము—భూగోళము

చాపపరిచిన్న బల్లపరుపుగనే యున్నదని మనకు సైతము స్ఫురించును. కాని నిజముగ భూమి బల్లపరుపుగా లేదు. అది నారింజపండువలె గోళాకారమున నున్నది.

భూమి గోళాకారముగనున్నది, లేనిది భూమిపై నున్నంత సేపు మనము ప్రత్యక్షముగా చూడలేము. భూమి చాల

పెద్దదగుటయే అందుకు కారణము. కాని భూమి ఆకారమును నిర్ణయించుటకు భూమిని నదిలి ఆకాశములోనికి దూరముగ పోయి చూడనవసరము లేదు. కొన్ని దృష్టాంతముల సాహాయ్యమున భూమిపైనుండియే భూమి గోళాకారముననున్నదని చెప్పవచ్చును.

విశాలమైన బయటలో నిలువబడి నలునైపులకు చూచి నపుడు కనుచూపుమేరకు సరిహద్దులో ఆకాశము భూమిని కలిసికొని స్పల్లి కనపడును. ఇట్లు ఆకాశము భూమిని కలిసికొని స్పల్లి కనపడుచేటకు దిక్చక్ర మని పేరు. సముద్రపు తొడ్జన గాని బయటగాని నిలువబడి దిక్చక్రమును పరిశీలించినచో పెద్ద స్పృహగా నది గోచరించును. ఇట్లు స్పృహపరిధిభాగమునలే దిక్చక్ర మగపడుటకు పేరును భూమి గోళాకారమున నుండుటయే.

భూమి గోళాకారమున నున్నదని నిరూపించుటకు పెద్దప్రాంతము కంటెను మిన్నమైనది దిక్చక్రమునుండి ఒడ్డునకు వచ్చుచున్న ఓడదృశ్యము. దిక్చక్రసమీపమందున్నపుడు ఓడ తెరచాపకొయ్య చివరిభాగము మాత్రమే ఒడ్డున నున్నవారికి కనపడును. కాని క్రమముగా ఓడ ఒడ్డును సమీపించినకొలదియు దాని తెరచాపకొయ్య అడుగుభాగము, ఓడ పైభాగము, ఓడ అడుగుభాగము క్రమముగా కనిపించును. దృష్టి త్రములోనికి ఓడ ప్రవేశించిన వెంటనే ఓడయంతయు ఒక్కసారిగా కనిపించక ఓడకొయ్య చివరిభాగమునుండి ఓడ అడుగు వరకును క్రమముగా కనిపించుటకు కారణము భూమిగోళాకారమున నుండుటయే.

ఓడలు విమానములు వాహనములతోని కలిపి వచ్చినప్పటి నుండియు ఒక దేశమునుండి మరియొక దేశమునకు ప్రయాణము చేయుట మిక్కిలి యెక్కువైనది. అమెరికా దేశములోని శాన్ ఫ్రాన్సిస్కో నగరములో జరుగుచున్న ఐక్యరాజ్యసమితి సమావేశమునకు విమానమెక్కి పడమరగా ప్రయాణముచేసి మన దేశమునుండి వెళ్ళవచ్చును; లేదా తూర్పుగా ప్రయాణము చేసికూడ హాజరుకావచ్చును. మనదేశ ప్రతినిధులు తూర్పుగానో, పడమరగానో- ఎవరికి వీలగునట్లు వారు ప్రయాణము చేసి శాన్ ఫ్రాన్సిస్కో సమావేశములకు హాజరగుచున్నట్లుల ప్రకటనలతో చదువుచుంటిమి. భూమి గుండ్రముగా నుండుట చేతనే ఇది సాధ్యమగుచున్నది.

ఆకాశములో ఎక్కువ యెత్తునుండి భూభాగపు ఛాయా చిత్రములను తీయుటను ఇటీవల శాస్త్రజ్ఞులు నేర్చుకొనిరి. 1947 వ సంవత్సరము మార్చి 7 వ తేదీ 100 మైళ్ళ యెత్తు నుండి తీసిన న్యూమెక్సికో ప్రాంతమందలి భూభాగపు ఛాయా చిత్రమును 1 వ పటములో చూడవచ్చును. పటములో చూపబడిన భూభాగపు నిడివి, ఒకకొననుండి రెండవకొనకు రమారమి 250 మైళ్ళు. భూమి యేరితిగా వ్రుసినది యున్నదో ఆపటమునుబట్టి మనము గ్రహింపవచ్చును.

భూమి గోళాకారమున నున్నదని నిరూపించుట కింత వరకు పేర్కొనిన నిదర్శనము లన్నియు పూర్తిగా భౌగోళికములు. కాని కొన్ని భౌగోళవిషయిక నిదర్శనములవలన కూడ మన మావిషయమును నిరూపించవచ్చును. సభోమూర్తు

ల్నియు సామాన్యముగ నేయాకారమున నున్న రో భూమి కూడ ఇంచుమించు అదే ఆకారమున నున్నదని భావించుట అసంబద్ధము కాదు. ఆకాశముతో చంద్రుడు గుండ్రముగా కని పించుచున్నాడు; సూర్యబింబముకూడ గుండ్రముగనే యున్నది. కాబట్టి సూర్యచంద్రులవలె భూమిపైతము గుండ్రముగా నున్న దని ఊహించవచ్చును.

భూమి గోళాకారమున నున్నదనుటకు మరియొక గొప్పసృష్టాంతము అసంపూర్ణ చంద్రగ్రహణము. అసంపూర్ణ చంద్రగ్రహణ సమయమందు చంద్రునియం దేర్పడిన మొట్టి వక్రపు నుంగును. భూమినీడ చంద్రునిపై పడుటచేతనేగదా చంద్రగ్రహణము కలుగుచున్నది ! గ్రహణసమయములో చంద్రుని మొట్టి వక్రపునగా నుండును కాబట్టి ఆమొట్టి యేభూమి నీడవలన నేర్పడినరో ఆభూమి గోళాకారమున నుండునని మనము గ్రహించవచ్చును.



2 వ చిత్రము - అసంపూర్ణ

కలుగుచున్నది ! గ్రహణసమయములో చంద్రగ్రహణము చంద్రుని మొట్టి వక్రపునగా నుండును కాబట్టి ఆమొట్టి యేభూమి నీడవలన నేర్పడినరో ఆభూమి గోళాకారమున నుండునని మనము గ్రహించవచ్చును.

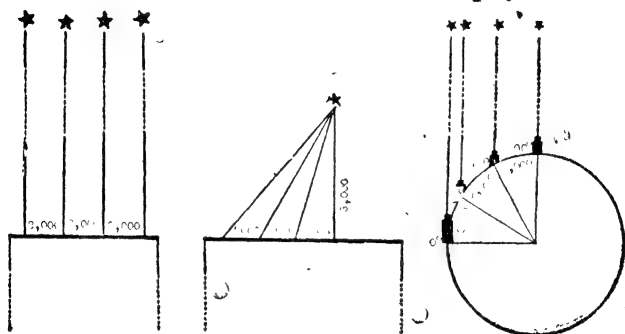
కాని యీ సందర్భము ల్లోకంతును హెచ్చుణ్ణా యికమైన మరియొక సందర్భము భూమధ్యరేఖనుండి ఉత్తర ధ్రువమునకు పోవుటలో ధ్రువసమీపమునకు వెళ్తున్నప్పుడు కనబడు మాట్లు.

భూమి ఉత్తరతల మధ్యబిందువునకు ఉత్తరధ్రువమని యును, దక్షిణతల మధ్యబిందువునకు దక్షిణధ్రువమనియును

పేర్లు. భూమ్యుత్తరదక్షిణ ధ్రువములను కలుపుచు భూకేం
ద్రముమీదుగపోవు ఊహారేఖను భూమ్యక్షమందురు. ఉత్తర
దక్షిణధ్రువములకు సమానదూరములో భూమ్యక్షమునకు లంబ
తలమునందుండు స్థానముగా భూమిపై నొకవలయమును గీసినచో
అది భూమధ్యరేఖ యగును. ఈరేఖ భారతదేశమునకు దక్షి
ణమున నున్నది ; ఆఫ్రికా, దక్షిణఅమెరికాలమీదుగ అది
పోవుచున్నది. భూమధ్యరేఖకు సమాంతరముగ భూమిపై గీయ
బడిన రేఖలకు అక్షాంశము లనియును, దానికి లంబతలములో
ఉత్తర దక్షిణ ధ్రువములను కలుపుచు గీయబడిన రేఖలకు
రేఖాంశములనియును పేర్లు. భూమధ్యరేఖను '0' అక్షాంశ
ముగ నేర్పరచుకొని అక్కడినుండి ఉత్తర దక్షిణములుగా
అక్షాంశములను లెక్కింతురు. ఉత్తరధ్రువము 90 ఉత్తర
అక్షాంశమును, దక్షిణధ్రువము 90 దక్షిణ అక్షాంశమును
సూచించును.

ఆంధ్రదేశములో ఏప్రదేశమునుండి చూచినను దిక్చ
క్రముమీద కొంచెము ఎత్తులో ఆకాశమం దుత్తరభాగమున
ధ్రువనక్షత్ర మగపడును. ఆంధ్రదేశము భూమధ్యరేఖ కుత్తర
మున 12-20 అక్షాంశముల నడుమ నున్నది. భూమధ్యరేఖ
మీదనున్న ప్రదేశములనుండి ధ్రువనక్షత్రమును చూచినచో
అది సరిగా దిక్చక్రమందుండి దృశ్యాదృశ్య మగును. భూమధ్య
రేఖనుండి క్రమముగా ఉత్తరదిశగా పోయినకొలదియు ఆకా
శములో ధ్రువనక్షత్రపు పెత్తుకూడ క్రమముగా హెచ్చి, చివ
రకు ఉత్తరధ్రువమును చేరుకొనునప్పటికి సరిగా నడునెత్తిమీద
నది యగపడును. దక్షిణార్ధగోళమునుండి చూచినపుడు ఆకా

శముూూ ఉత్తరధ్రువ నక్షత్రము కనిపించనే కనిపించదు. భూమి గోళాకారమున నుండుటచేతనే ధ్రువనక్షత్రపు టెత్తునందు



ని వ చిత్రము

భూమి గల్లపరుపుగను, ద్రువనక్షత్రము భూమికి చాలదూరముగను ఉండియున్నచో, ఉత్తరధ్రువమునుండి దూరముగా ప్రయాణముచేసినను ధ్రువనక్షత్రపు టెత్తునందు దెచ్చిమార్పు భూమివైపున్న అనేక్షకునకు కానరాదు. (ఎడమవైపు చిత్రము.)

భూమి గల్లపరుపుగనుండి ద్రువనక్షత్రము భూమికి దేరువగానుండి యున్నయెడల, ఉత్తరధ్రువమునుండి దూరముగా ప్రయాణము చేసినకొలదియు ద్రువనక్షత్రపు టెత్తునందు మార్పు భూమివైపున్న అనేక్షకునకు కానవచ్చును. కాని యీమార్పు మాటవరుసకు ప్రతి 2000 మైళ్ళ ప్రయాణమునకును అదిలో అధికముగనుండి తరువాతి క్రిమముగా తగ్గును. ధ్రువనక్షత్రము కానరావంతమాత్ర మేప్రదేశమున నుండదు. (మధ్యచిత్రము)

భూమి గోళాకారముననున్నచో ఉత్తరధ్రువమునుండి దక్షిణదిశగా గావించిన ప్రతి 2000 మైళ్ళప్రయాణమునకును ఉత్తరధ్రువ నక్షత్రపు టెత్తు 30° తగ్గును. భూమధ్యరేఖకు దక్షిణముననున్న ప్రదేశముల ఉత్తరధ్రువ నక్షత్రము కనిపించదు. (కుడివైపు చిత్రము.)

మనకీ వైవిధ్యము గోచరించుచున్నది. అట్లుగాక భూమి బల్ల పరువుగనుండి భూతలమునకు చాలదూరమున ధ్రువసక్షత్రముండియున్నచో భూమిమీది యేప్రదేశమునుండి చూచినను, అది నడునైతిమిదనే గోచరించియుండెడిది. కాని అట్లది గోచరింపక శోవుటవలనను, ఒకే రేఖాంశము ననుసరించి ఉత్తరదిశగా ప్రయాణము చేయునపుడు మనము ప్రయాణము చేసిన దూరమునకు ఇంచుమించుగా అనులోమానుపాతములో ధ్రువసక్షత్రపు టెత్తు మారుటచేతను భూమి గోళాకారమున నున్నదని చెప్పవలెను.

భూమి గోళాకారమున నున్నదనగా, సౌష్ఠవమైన సమ గోళమువలె నది యున్నదనికాదు ; ఉత్తర దక్షిణములుగా నదుమబడి అది యున్నది. భూమి ఉత్తరదక్షిణముల అడ్డు కొలత 7900.02 మైళ్ళు ; తూర్పుపడమరల అడ్డుకొలత 7926.70 మైళ్ళు. భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా నీతీరున కొద్దిగా అదుమబడి యున్నదని యెట్లు నిర్ధారణయైనది ? అట్లది అదుమబడియుండుటకు హేతువేమి ?

పురిలేనిదారముచేత వేలాడదీయబడిన బరువైన వస్తువునకు సామాన్యలోలకమని పేరు. సామాన్యలోలకమును ఏకతలమున ప్రకంపితమొనర్చినచో, లోలకముపొడువును, భూకేంద్రమునుండి లోలకమునకుగల దూరమును మారనంత వరకు, దాని ప్రకంపనకాలమందు మార్పురాదు. సమానమైన పొడువుగల లోలకముయొక్క ప్రకంపనకాలమును భూమిపై వేర్వేరు ప్రదేశములందు కనుగొనినయెడల ఆకాలము

లన్నియు సమానముగా నుండవు ; ధ్రువములచేత భూమి కొంచెముదుమబడి యున్నయెడల లోలక ప్రకంపనకాలమం దెట్టి వ్యత్యాసముండుట కవకాశమున్నదో సరిగా అట్టి వ్యత్యాసమే అందు వ్యక్తమగును.*

తాను, తక్కువలకోనేగాక కొందరు 'స్వింగుత్రాసు' లకోగూడ వస్తువులను తూచుచుండురు. స్వింగుత్రాసుకో నొకవస్తువును భూమధ్యరేఖాప్రాంత ప్రదేశమందును, ధ్రువములచేతనుకూడ తూచినచో భూమధ్యరేఖాప్రాంతప్రదేశములందుకంటె ధ్రువములచేత దానిబరువు హెచ్చుగనున్నట్లగపడును. ఒకవస్తువుపై భూమి ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలమే ఆవస్తువుబరువునకు కారణము. కాబట్టి ద్రవ్యసంచయములో మార్పులేకపోయినను ఒకేవస్తువు భూమధ్యరేఖాప్రాంతమునందుకంటె ధ్రువములచేత ఎక్కువ బరువును కలిగియుండుటకు కారణము ఆవస్తువుపై భూమి ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలపరిమాణము ధ్రువములచేత అధికముగ నుండుటయే. భూకేంద్రమునుండి భూతలముమీది ఒకప్రదేశముయొక్క దూరము ఎంతతక్కువైనచో, ఆప్రదేశమునందు భూమ్యాకర్షణబలమంత యెక్కువగ నుండును. అందుచేత భూగోళ ముత్తర

* కేవలము భూకేంద్రమునకును లోలకమునకునుగల దూరముమాత్రమే గాక భూసాంద్రతయందు వ్యత్యాసము భూభ్రమణము మున్నగు మరి కొన్ని అంశములుకూడ లోలకప్రకంపనకాలమందు మార్పును తేగలవు. ఈ అంశముల కన్నిటికిని తగు మార్పులను గావించినను సమానమైన పొడువుగల లోలకప్రకంపనకాలములలో భూమిపైని వేర్వేరు తావులందు వ్యత్యాసము గానవచ్చునది.

దక్షిణములుగా నదుమబడి యున్నదని మనము గ్రహింప వచ్చును.

భూమి సౌష్ఠవమైన గోళాకారమున లేదని ప్రత్యక్షముగ కొలిచియు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొన్నారు. భూమి గోళాకారముననే యున్నయెడల, ఏదైనను ఒక రేఖాంశము వెంబడిని కొలిచినప్పుడు 1 డిగ్రీ అక్షాంశముపొడుపు భూమిపై ఎక్కడై సను సమానముగనే యుండవలెను. కాని వాస్తవముగా సది యట్లు సమానముగ లేదు. భూమధ్యరేఖదగ్గర 1 డిగ్రీ అక్షాంశము పొడుపు 68.7 మైళ్ళుండగా, ఆ 1 డిగ్రీ అక్షాంశము పొడువే 20 వ అక్షాంశము దగ్గర 68.8 మైళ్ళును, 40 వ అక్షాంశము దగ్గర 69.0 మైళ్ళును, 60 వ అక్షాంశముదగ్గర 69.2 మైళ్ళును, ధ్రువములచెంత 69.4 మైళ్ళును ఉన్నది. ఈరీతిగా 1 డిగ్రీ అక్షాంశ పరిమాణము భూమధ్యరేఖ దగ్గర కంటె ధ్రువములచెంత ఎక్కువగా నుండుటవలన భూమియొక్క వక్రవృత్తసము భూమధ్యరేఖ దగ్గరకంటె ధ్రువములచెంత తక్కువగా నున్నదని వ్యక్తమగును. దీనిబట్టి భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా అమమబడియున్నదని స్పష్టము.

భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా నదుమబడి యుండుటకు కారణమది తనలోతాను తన అక్షముపై తిరుగుటయే*. ఇట్లొక వస్తువు తన అక్షముపై తనలోతాను తిరుగుటను భ్రమణమని సాంకేతికభాషలో పేర్కొందురు. అది యే అక్షముపై భ్రమించునో దానికి భ్రమణాక్షమని నామము.

* దీనికి ఆధునిక శాస్త్రజ్ఞులు కొందరు అభ్యంతరము చెప్పుచున్నారు.

దీపావళినామ దీపపు ప్రమిదలను వ్రేలాడదీయుటకై నాలుగో, ఆగో తాటియాకులను జేర్చి, గుమ్మడిపండు ఆకారములో గుమ్మటములను తయారుచేయుచును. ఇట్టి గుమ్మటములను తయారుచేసి, వానిలో దీపములను వ్రేలాడదీయ నాచార మినాటికిని పల్లెలలో నున్నది. గుమ్మటమును తయారుచేయుటకై పండుతాటియాకులను ఆరింటిని తీసికొని, సమానమైన పొడుపుగల ముక్కలను వానినుండి కత్తిరించవలెను. ఆతిరువాతి ఆ ఆరుముక్కలను గుమ్మడిపండు ఆకారముగాచేర్చి, వానికొసలకూటములవద్ద ముల్లులు గుచ్చవలెను; లేదా ఆకూటములను దారముతో కట్టవలెను. ఇట్లు తయారుచేసిన గుమ్మటములో ఒక కొసలకూటమినుండి రెండవ కొసలకూటమిలోనికి పోవుచేసిన సన్నని ఊచ నొకదానిని గుచ్చి పిమ్మట రెండు అరుచేతులమధ్యను ఆ ఊచను పెట్టి, అరుచేతులను ముందును వెనుకకును రాచినచో, ఊచ భ్రమించును. అప్పుడు మొదట గోళరూపమందున్న గుమ్మటము, దాని అక్షమును భ్రమింపజేసినకొలదియు కొసలకికా అదామును పొందును. అక్షమును మనమెంత వేగముగా భ్రమింపజేయునుమో గుమ్మటము కొసలకికాగా అంతయెక్కువ అదామును పొందును. దీనిబట్టి దృఢముగానుండని ఒకపస్త్రపు భ్రమణాగతికి లోనైనప్పుడు, భ్రమణాక్షదిశలో అది అదామును పొందుననియును, ఆపస్త్రపుయొక్క భ్రమణవేగపరమాణుమునకును భ్రమణాక్షలితముగా భ్రమణాక్షదిశలో అది పొందిన అదాముమునకును పరస్పరసంబంధ ముండుననియును మనకు స్పష్టమగును.

ఈసత్యమును భూమివిషయములో మనము ప్రయోగించినచో భూమి ఉత్తరదక్షిణములుగా నడుమబడియుండుటకు కారణము అది తనలోతాను తన అక్షముపై భ్రమించుటయే యని స్పష్టమగును. భూమివలె బ్రకమూర్తి ఎంత భ్రమణవేగమునుకలిగియున్న ఎంతవరకు అదుముడును పొందునో గతిజశాస్త్రసూత్రములవలన కనుగొనవచ్చును. ఈతీరున సైన్హాంతికముగా సరసిన ఫలితము ప్రత్యక్షముగా కొలుచుట చేత లభ్యమైన ఫలితముతో సమస్వయమును పొందినది. అందువలన భూమి భ్రమించుచున్నదనియు, భ్రమించుటచేతనే భూమ్యుత్తర దక్షిణములుగా నది అదుముడును పొందిన దనియును మనకు రూఢమగును.

భ్రమణము

భూమి తనలోతాను తిరుగుచున్నదని నిరూపించుటకు సూక్ష్మమైన నిదర్శనము లనేకము లున్నవి. సూర్యుని చంద్రుని నభోమధ్యరేఖప్రాంతమందున్న నక్షత్రములును కూడ ప్రతిదినము తూర్పుదిక్కున ఉదయించి, ఆకాశమార్గమున పశ్చిమముఖముగా ప్రయాణముచేసి, పడమటిదిశను అస్తమించుచున్న స్థిగపడును. సభఉత్తరధ్రువప్రాంతమందలి నక్షత్రములుమాత్రము ఉత్తరధ్రువలందున్నను (ఇంచుమించుగా ధ్రువనక్షత్రము) కేంద్రముగా చేసికొని, దానిచుట్టు నృత్యకారమార్గములలో ప్రదక్షిణము చేయుచున్నట్లు గోచరించును. ఆకాశములో ఏతావుననున్న నక్షత్రమునకైనను ఒకచుట్టు చుట్టినచుట్టుకు లేదా ఆకాశములో మొదట కని

పించినతావుననే తిరిగి రెండవసారి కనిపించుటకు సమముగా ఒకే పరిమాణముగల కాలము పట్టును. (సూర్యుడు మాత్రము ఆకాశములో కనిపించిన తావుననే తిరిగి కనిపించుటకు సక్షత్రములకంటె నాలుగు సెమిషముల కాలమును ఎక్కువ తీసికొనును) సక్షత్రములయం దీవిధమైన చలనము గోచరమగుటకు కారణమేమి? సక్షత్రములు భూమిచుట్టు తిరుగుటచేత నైనను వానియం దీచలనము మనకు గోచరింపవచ్చును ; లేదా సక్షత్రములు భూమినిబట్టి స్థిరముగనుండు, భూమి తనలో తాను తిరుగుటచేత నైనను సక్షత్రములయం దీచలనమున్నట్లు కనపడవచ్చును.

సక్షత్రము అన్నియును భూమికి సమానదూరములో లేవు ; అన్నియును ఒకేదిశలోకూడ లేవు. అట్టిచో భూమికి దగ్గరగానున్నవి, దూరముగానున్నవి, ఒకదిశలోనున్నవి, వేరొకదిశలోనున్నవి, అన్నిసక్షత్రములుకూడ భూమిచుట్టు సమానకాలములో ఎల్లుతిరిగిరాగలుగుచున్నవి? అత్యధికసంఖ్యాకములైయున్న సక్షత్రములలో అన్నింటి భ్రమణకాలములును కూడ, ఈషణ్మాత్రమైనను వ్యత్యాసములేకుండు, సమముగా నుండుట యెట్లు సాధ్యమగుచున్నది? దీనినిబట్టి సక్షత్రములు భూమిచుట్టును ప్రదక్షిణము చేయుచున్నట్లు కనపడుట వార్తవముగా నవి భూమిచుట్టును తిరుగుటచేతనేనా యని యనుమానము కలుగుటలొ నాశ్చర్యములేదు.

సక్షత్రములు భూమిచుట్టును ప్రదక్షిణము చేయుచున్నట్లుగపడుట అవి వార్తవముగా భూమిచుట్టును తిరుగుటవలన

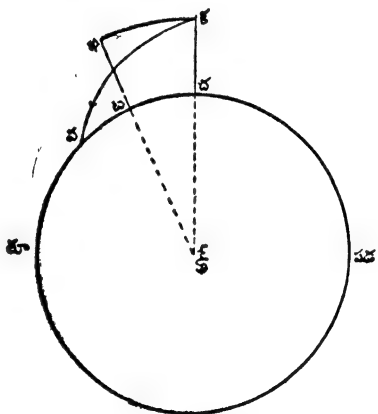
మాత్రము కాదు. భూమి తనలోతాను తిరుగుటచేతనే అవి యెల్లు భూమిచుట్టును తిరుగుచున్నట్లు కనబడుచున్నవి. తీర్థములలో రంగులరాట్నమందు ఏనుగుమీదనో గుఱ్ఱముమీదనో లేదా ఊయలలోనో కూర్చుండి గిఱ్ఱునతిరుగుచు ప్రక్కకు చూచినచో, తీర్థమంతయు నతివేగముతో మనచుట్టు గిఱ్ఱున తిరుగుచున్నట్లుల స్ఫురించును. కాని వాస్తవముగా తిరుగుచున్నది మనముగాని తీర్థమంతయు గాదు. వడిగా పరుగిడుచున్న రైలులోనుండి రోడ్డుప్రక్కనున్న చెట్లనైపు చూచినచో ఆచెట్లు అతివేగముగా వెనుకకు పరుగిడుచున్నట్లుల కనపడును. కాని నిజముగా పరుగిడుచున్నది రైలే. అట్లే నౌక్యాశ్రయము (హార్బరు) నుండి సముద్రములోనికి పోవుచున్న ఓడనుండి ఒడ్డునైపునకు చూచినచో ఒడ్డుననున్న భవనములు అధికవేగముతో వెనుకకు పోవుచున్నట్లులను, ఓడమాత్రము సముద్రములో స్థిరముగా నున్నట్లులను తోచును. కాని స్థిరముగా నున్నవి ఒడ్డుననున్న భవనములేగాని ఓడమాత్రము కాదు ; అది అధికవేగముతో ముందుకు సాగిపోవుచున్నది. ఈవిధముగనే వాస్తవముగా తిరుగుచున్నది భూమియేయైనను భూమిపై నున్న మనకు నక్షత్రము లన్నియు సమానకాలములో భూమిచుట్టును భ్రమించుచున్నట్లుల కనిపించుచున్నవి. భూమి మీదనే యుండుటచేత భూభ్రమణమును మనము ప్రత్యక్షముగా చూడలేకపోవుచున్నాము.

భూభ్రమణమును ప్రత్యక్షముగా చూడవలెనన్నచో ఆకాశములో తగినంత యెత్తునకుగాని, లేదా చంద్రగోళము నంటి మరియొక ఖగోళమునకుగాని యేగవలెను. కాని అట్టిది

భూవాసులకింతలో సాధ్యమగునవికావు. కాబట్టి భూమిపై నుండియే పరీక్షవిధానములవలన భూభ్రమణమును మనము గ్రహించవలసియున్నది. ఇందుకుగాను పైని పేర్కొనిన రెండు నిదర్శనములునుగాక ఇంకను అనేక దృష్టాంతములు గలవు. ముఖ్యముగా నిర్ధారణాత్మకమైన వనియే.

భూమిపై ఎత్తైన ప్రదేశమునుండి ఒక బెడ్డును క్రిందికి జారవిడిచినచో, ఆబెడ్డు నిట్టనిలువుగా పడక కొద్దిగా తూర్పుగా ప్రక్కకు వంగి భూమిపై పడును. ఈరీతిగా పైనుండి జార విడువబడిన బెడ్డు లంబదిశనుండి తూర్పుగా వంగిన పరిమాణము

ఆబెడ్డు జారవిడువబడిన ప్రదేశపు అక్షాంశమును బట్టియును ఆబెడ్డు యెత్తును బట్టియును ఉండును. 40 అక్షాంశమందు 328 అడుగుల యెత్తునుండి జారవిడువబడిన వస్తువు లంబదిశ నుండి తూర్పుదిక్కుగా పొందు విమార్గ గమనము 0.62 అంగుళములు. ఇంత తక్కువ పరిమాణముగల విమార్గగమనమును కొలుచుట కష్టమేగాని అసాధ్యము కాదు. భూమి



4 వ చిత్రము

క' అను ఎత్తైన ప్రదేశమునుండి దిగువకు జారవిడువబడిన వస్తువు తూర్పుగా విమార్గగమనమునుపొంది ప వద్దభూమిపై పడును.

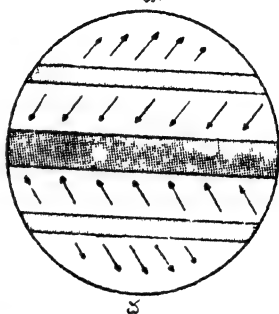
భ్రమించుచుండుటచేతను, దాని భ్రమణము పడమరనుండి తూర్పుగా జరుగుటచేతను ఈవిమర్శగమనము సంభవించుచున్నది.

సభోమూర్తుల సంచలనములను నిశితముగా సవేక్షించుటచలనకూడ భూమి భ్రమించుచున్నదనువిషయము స్ఫురించును. బ్రహ్మాండమహానగరములో మనకు ప్రక్కఁగుంటనున్న చంద్రుని ఆత్మప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నాడు ; సూర్యకుటుంబమునకు చెందిన కుజాదిగ్రహములును, తక్కువగుబౌధిపతియైన సూర్యుని కూడ భ్రమించుచున్నారు. అట్టిచో సూర్యకుటుంబములోని మూర్తులలో నొకమూర్తియైన భూమికూడ భ్రమించుటలో నబ్బర మేమున్నది !

భూమి భ్రమించుచున్నదని నిరూపించుటకు విశిష్టమైన మరియొక దృష్టాంతము వాయుచలనదిశలో కానవచ్చుచున్నది.

భూతలమునం దన్నిప్రదేశములందును ఎండవేడిమి సమానముగ నుండదు; అంతేగాక ఒకేప్రదేశమందైనను అన్ని కాలములందును ఎండవేడిమి సమానముగ నుండదు. భూతలముపై ఒకప్రదేశమందలి వాయుప్రేషము (గాలియెత్తిడి) అక్కడి యెండవేడిమినిబట్టి యుండును. భూమిపై వేర్వేరు ప్రదేశములందు ఎండవేడిమిలోను, తన్మూలముగ వాయుప్రేషములోను వ్యత్యాసము లేర్పడుచుండుటచేతనే గాలివీచుట కవకాశము కలుగుచున్నది. భూమిపై వాయుప్రేష మెక్కువగా గల ప్రదేశములను అధికప్రేషప్రదేశములనియును, వాయుప్రేషము తక్కువగాగల ప్రదేశములను అల్పప్రేషప్రదేశము

లనియును పేర్కొందురు. భూమిమీద వేర్వేరు ప్రదేశములందున్న వాయుప్రేషములలో హెచ్చువ్యత్యాస మేర్పడినపుడు అధికప్రేషప్రదేశములనుండి అల్పప్రేషప్రదేశములకు తీక్షణమైన గాలులు వీచును. ఇట్లు వీచుట యందు తక్కువ అక్షాంశప్రదేశములనుండి ఎక్కువ అక్షాంశప్రదేశములకు ఉత్తరదిశగా అవి ప్రయాణము చేసినచో సవ్యముగను, ఎక్కువ అక్షాంశప్రదేశములనుండి తక్కువ అక్షాంశప్రదేశములకు



5 వ చిత్రము
గాలులు వీచు దిశలు.

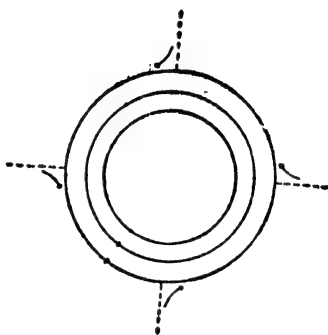
దక్షిణదిశగా ప్రయాణముచేసినచో అపసవ్యముగను వంగును. దక్షిణార్ధగోళమందైనచో గాలివీచుదిశయందు మార్పు దీనికి వ్యతిరేక్తముగ జరుగును. ఇందులకు 'కారణము భూభ్రమణమే. భూభ్రమణము అపసవ్యదిశలో జరుగుచున్నదనికూడ దీనివలన మనకు విశదమగును.

తుపానుగాలులువీచు దిశలలో ఉత్తరార్ధగోళమందును, దక్షిణార్ధగోళమందును వ్యత్యాసముండుటకూడ 'కారణము భూభ్రమణమే.

భూవాతావరణమును కొన్ని పౌరలుగానున్న ఆవరణగా మనము పరిగణింపవచ్చును. భూతలముయొక్క అధికతాప క్రమమువలనను, గాలియందలి నీరియావిరివలనను భూవాతావరణమందలి అడుగుపౌరలసాంద్రత తమపైపౌరలలోని గాలి

సాంద్రతకంటె మిక్కిలి తక్కువయైనపుడు ఒకపరిమితప్రదేశము
దున్న ఆతక్కువసాంద్రతగల వాయువులు తమపైపొరలలోని
గాలిని నెట్టకొని ఊర్ధ్వముఖముగా ప్రయాణముచేయును.
ఆవెంటనే ఆవిధముగా నేర్పడిన అల్పప్రేషప్రదేశములోనికి

ప్రక్కనున్న గాలి చొరుచుకొని
వచ్చును. ఉత్తరార్ధగోళమం
దైనచో అల్పప్రేషప్రదేశకేం
ద్రము ననుసరించి తూర్పుదిశగా
వంగి యిగాలి లోనికి నెట్టకొని
వచ్చును. తత్ఫలితముగా
అక్కడ అపసవ్యభ్రమణముగల
గాలినుండి యేర్పడును. ఈసంఘ
టన దక్షిణార్ధగోళమందైనచో
ఆనుక్షిభ్రమణము సవ్యముగా
నుండును.



లి వ చిత్రము

ఉత్తరార్ధగోళవంతు టుపాను
గాలులు అపసవ్యశీతగా వీచుట
భూభ్రమణఫలితమే.

సభోమూర్తులతోగాని, వాయుచలనము మొదలైన
సంఘటనలతోగాని నిమిత్తములేకుండ, ఒకగదిలో తలుపులు
మూసికొని కూర్చుండియునుకూడ భూమిభ్రమించుచున్నదని
తెలిసికొనుట కవకాశమున్నది.

గదిలో నడిమిదూలమునుండి గట్టితీగచేత బరువైన
వస్తువు నొకదానిని వ్రేలాడదీయుదము. ఇట్టి సంవిధానమును
లోలకమనుపేరుతో శాస్త్రపరిభాషయందు పేర్కొందురని
లోగడ గ్రహించితిమి. వాయుప్రవాహములులేకుండ తలుపు
లన్నియును మూసియున్నగదిలో వ్రేలాడదీయబడియున్న అట్టి

లోలకమును కొద్దిగా ప్రక్కకులాగి నెమ్మదిగా వదలినచో అది ఒకేతలమున ప్రకంపించుట ప్రారంభించును. ఈలోలకముపై ప్రవర్తించుచున్న బలము మరియొకటి యేమియును లేనంత వరకు లోలకమెల్లప్పుడు అదేతలమున ప్రకంపించుచుండవలెనని గతినియమములు తెలియజేయుచున్నవి. కాని లోలకము మొదట ఏతలములో ప్రకంపించుట ప్రారంభించినచో ఆతలమునుసూచించు గీతనొకదానిని నేలమీదగీసి కొన్నిగంటల తరువాత చూచినచో, లోలక మాసమయమున ఆతలములో ప్రకంపించుటలేదని వ్యక్తమగును. ఈరీతిగా లోలకప్రకంపన తలములో మార్పువచ్చుటకు కారణమేమిటి? లోలకము యొక్క ప్రకంపనదిశలో విమార్గగమనమును కలుగజేయు బాహ్యబలమొకటి యున్న నేగాని ఇది సాధ్యముకాదుగదా ! భూభ్రమణమువలననే ఆబాహ్యబలము సంభవించుచున్నది. మొట్టమొదటిసారిగా నీప్రయోగమును 1851లో ఫ్రెంచివిజ్ఞాని 'ఫోకో' చేసి భూభ్రమణమును నిరూపించుటచే నానీనుండియు 'ఫోకో లోలకప్రయోగ' మనుపేర నిది బరిగుంచున్నది. లోలక ప్రకంపనతలము భ్రమించుదిశనుబట్టి భూమి తనగోతాను పడమరనుండి తూర్పువైపునకు భ్రమించుచున్నదని నుండే నిర్ణయంప వచ్చును.*

*లోలకము ఉత్తరార్ధగోళమందు ప్రకంపించుచున్నచో దానిప్రకంపనతలము కుడినుండి యెడమవైపునకును (తూర్పునుండి పడమరవైపునకును) దక్షిణార్ధగోళమందు ప్రకంపించుచున్నచో దానిప్రకంపనతలము ఎడమవైపునుండి కుడివైపునకును భ్రమించును. ఈప్రయోగము 18-వ శతాబ్దము ఆరంభమున ఆంక్షాంశము చేసినయెడల, ఒకగంట కాలములో లోలకప్రకంపనతలము భ్రమించు దూరము $\frac{360}{24}$ - Sin θ ఉండును.

భూమి తన అక్షముపై తనలోతాను ఒకసారి తిరుగుటకు 23 గంటల 56 నిమిషములు పట్టును. భూమి గోళాకారమున నుండుటవలన భూతలముపై స్పృశదేశములును భూమ్యక్షము నుండి సమానదూరములో లేవు. భూమధ్యరేఖాప్రాంతప్రదేశములు భూమ్యక్షమునకు బహుదూరములో నున్నవి; వాని దూరము రమారమి 3963.3 మైళ్ళు. కాని ధ్రువములదగ్గరి ప్రదేశములు సరిగా అక్షముమీదనే యున్నవి. అందుచేత భూమధ్యరేఖమీది యొకప్రదేశము 23 గంటల 56 నిమిషముల కాలములో రమారమి 25,000 మైళ్ళు తిరుగగా ధ్రువముమీది యొకప్రదేశ మాకాలములో కొంచెముదూరమైనను తిరుగదని చెప్పవలెను. దీనినిబట్టి భూమిపై నొకప్రదేశముయొక్క భ్రమణవేగము ఆప్రదేశముయొక్క అక్షాంశమునుబట్టి యుండునని యును, భూమధ్యరేఖమీది ప్రదేశముల భ్రమణవేగము సెకనునకు సుమారు 3/10 మైళ్ళుండగా ధ్రువములమీది ప్రదేశముల భ్రమణవేగము సెకనునకు '0' మైళ్ళుమాత్రమే యుండునని యును స్పష్టమగును. ధ్రువములకును భూమధ్యరేఖకును నడుమ నున్న అక్షాంశములమీది ప్రదేశముల భ్రమణవేగములు ఈగతిస్థ, కనిష్ఠ వేగములకును మధ్యగల పరిమాణములను కలిగి యుండును.

భూమి ప్రకృతస్థితికివచ్చిననాటినుండియు దాని భ్రమణ కాలము స్థిరముగనే యున్నదా? లేదా మార్పునొందుచున్నదా? విజ్ఞానాభిలాషుల కందరకు సీత్రాన్ని యెప్పుడో ఒకప్పుడు తట్టకపోదు. అయితే కాలమును కొలుచునట్టి నేటి

మనగడియారములన్నియును భూభ్రమణకాలము నాధారము చేసికొనియున్నవే కాబట్టి వాని సాహచర్యముతో ఆవిషయమును గ్రహించుట సాధ్యముకాదు. కాని సూర్యచంద్రగ్రహణములందు గ్రహణముల పట్టువిడుపుల మధ్యకాలమునకును భూభ్రమణవేగమునకును అవినాభావసంబంధమున్నది కాబట్టి ఆకాలపరిశీలనమువలన భూభ్రమణకాలమందు మాపువచ్చినదో లేదో తెలిసికొనవచ్చును. ఇట్టి యనుశీలనమువలన భూభ్రమణకాలము కొంచెము హెచ్చినదని వ్యక్తమైనది ; అనగా భూభ్రమణవేగము కొంచెముతగ్గినది. కాని యీవ్యత్యాసము అత్యల్పపరిమాణము గలదియని వేరేచెప్పనక్కరలేదు. భూభ్రమణకాలముతో నూరుసంవత్సరములకు $\frac{1}{1000}$ సెకనులకంటె యెక్కువ పెరుగుదలలేదు. భూభ్రమణవేగముతో వచ్చిన యీమాంద్యమునకు కారణము సముద్రపు పాటుపోట్లే. పాటుపోటుల సమయముతో సముద్రములందలి జలమును అటునిటు జంకకుండ తమఆకర్షణబలములచేత సూర్యచంద్రులు లాగిపట్టుకొందురు. కాని ఆసమయమందుకూడ భూమి అధికవేగముతో భ్రమించుచునే యుండును. అందుచేత సముద్రగర్భమందలి ఎగుడుదిగుడు ప్రదేశములు తవ్లమిది జలముతో కొంతఘర్షణను పొందును. ఈవిధముగా పాటుపోటులు అధికవేగముతో భ్రమించుచున్న భూమిపై ఒక 'బ్రేక్' వలె పనిచేసి దానిభ్రమణవేగముతో మాంద్యమును కలుగజేయుచున్నవి.

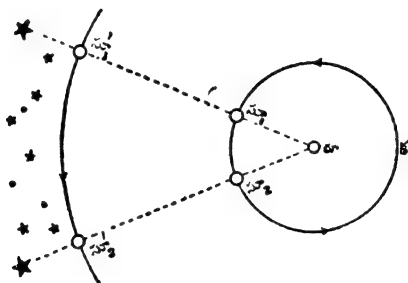
ప రి భ్ర మ ణ ము

సూర్యుడు, నక్షత్రములు మున్నగు సభోమూర్తులు నిత్యము తూర్పున ఉదయించి పడమట సస్తమించుటకు కారణము భూమి తనఅక్షముపై భ్రమించుటయే యని పైపుటలలో గ్రహించితిమి. ప్రతిదినము తూర్పునుండి పడమరకు ప్రయాణముచేయుచున్నట్లు నక్షత్రములగపడినను వానిసాపేక్షస్థానములం దెట్టిమూర్పును రాదని నక్షత్రములను జాగ్రత్తగా పరిశీలించనిచో మనకు వ్యక్తమగును. కాని నక్షత్రములతో సూర్యనిస్థానమును అనుదినము పోల్చినయెడల నొకముఖ్య విషయము నెల్లడియగును. నక్షత్రములనుబట్టి ప్రతిదినము సుమారొక అంశమేర తూర్పుదిశగా జరిగినట్లు సూర్యుడు ప్రత్యక్షమగుటయే ఆముఖ్యవిషయము. సా ధా ర ణ ము గా ఆగష్టు 16 వ తేదీని మఖానక్షత్రమున్నతావున ఆకాశమందున్న సూర్యుడు క్రమముగా తూర్పుదిశగా జరిగి అక్టోబరు 31 న తేదీకి హస్తానక్షత్రము వ్యాపించియున్న ప్రదేశములో నున్నట్లు కనపడును. ఈరీతిగా సూర్యుడు సంవత్సరమంతయు తూర్పుదిశగా ప్రయాణముచేసి $365\frac{1}{4}$ రోజులతరువాత ఆ $365\frac{1}{4}$ రోజులకు పూర్వము ఆకాశమం దేతావున కనపడినాడో తిరిగి ఆతావుననే ప్రత్యక్షమగును. సూర్యున కీవిధమైన సాంవత్సరిక చలన ముండుటకు హేతువేమిటి ?

సూర్యుని సాంవత్సరికచలనమును రెండురకములుగా మనము విశదీకరింపవచ్చును. ఒకటి : సూర్యుడు భూమిచుట్టు ఒకసంవత్సరకాలములో తిరిగివచ్చుటచేత సూర్యునకు సాంవత్స

రికచలనము కలుగుచున్నదనుట ; రెండు : వాస్తవముగా సూర్యునిచుట్టు భూమియే తిరుగుచున్నను, సూర్యుడే తిరుగుచున్నట్లగపడుచున్నాడనుట.

భూమిచుట్టు సూర్యుడు తిరుగుచుండుటచేతనే సూర్యునికి సాంవత్సరికచలనము కలుగుచున్నదని మనము భావించినచో సూర్యుని సాంవత్సరికచలనము నీరీతిగా విశదీకరింపవచ్చును. 7 వ చిత్రములో భూ- అను బిందువు స్థిరముగనున్న భూమిని సూచించుచున్నదనుకొందము. సూ₁ సూ₂ క అనురేఖ భూమిచుట్టు సూర్యునిమార్గమును నిరూపించుచున్నదనికూడ భావితము. సూర్యుడు తనమార్గమందు సూ₁ అను తావున

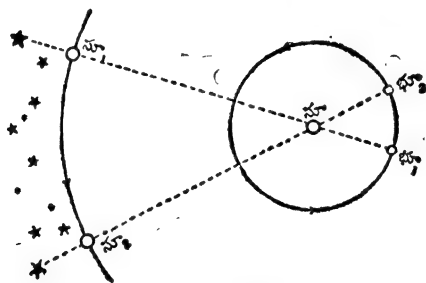


7 వ చిత్రము

నున్నచో ఆకాశములో నక్షత్రముల నడుమ సూ₁ అనుతావున నున్నట్లాయన కనిపించును. సూర్యుడు తనమార్గములో సూ₂ అను బిందువు నొద్దకు ప్రయాణము చేసినపుడు ఆకాశములో నక్షత్రముల నడుమ సూ₂ అను తావుననున్నట్లాయన అగపడును. ఈరీతిగా నక్షత్రములనడుమ ఆకాశములో సూర్యు

డొనరించుచున్న దృశ్యసాంవత్సరిక ప్రయాణమును మనము విశదీకరింపవచ్చును.

ఇక సూర్యునిచుట్టును భూమి తిరుగుచుండుటచేతనే సూర్యునికి సాంవత్సరిక చలనమున్నట్లభివ్యక్తమగుచున్నదని నిరూపించుటకూడ కష్టముకాదు. 8 వ చిత్రములో సూ₁ అను బిందువు స్థిరముగానున్న సూర్యుని సూచించుచున్న దనుకొందము. సూర్యునిచుట్టును ప్రదక్షిణముచేయుచున్న భూమి భూ₁ అను స్థానముననున్నపుడు ఆకాశములో సూర్యుడు సూ₂ అను తావున నున్నట్లగపడును. భూమి తనమార్గము వెంబడి ముందుకు ప్రయాణముచేసి భూ₂ అను స్థానమును



8 వ చిత్రము

చేరుకొనినపుడు ఆకాశములో సూర్యుడు సూ₂ అను బిందువు నొద్దకు జరిగినట్లు తోచును.

ఈరీతిగా స్థిరముగానున్న భూమిచుట్టు సూర్యుడుతిరుగుచున్నాడని ఊహించుటచేతనైనను లేదా స్థిరముగానున్న సూర్యునిచుట్టు భూమియేతిరుగుచున్నదని భావించుటచేతనైనను కూడ సూర్యుని సాంవత్సరిక చలనమును విశదీకరింపవచ్చును.

అందుచేత ఈ ప్రజేయములలో ఏది సరియైనదో నిర్ణయించుటకు గాను ఇతరనిదర్శనముల సాహాయ్యము కావలెను. అందుకు గాను గతిజసూత్రములు, తేజోఽపాయనము, నక్షత్రముల లంబనము, వర్ణమాలారేఖలస్థానభ్రష్టత్వము మున్నగు అనేక సంఘటనలు మనకు తోడ్పడును. ఈనిదర్శనములవలన భూమి చుట్టు సూర్యుడుగాక సూర్యునిచుట్టు భూమితిరుగుటయే వాస్తవమని స్పష్టమైనది.

ఇట్లు సూర్యునిచుట్టు భూమితిరుగుటను భూపరిభ్రమణమందురు. పైనిపేర్కొనిన నిదర్శనములు భూపరిభ్రమణము నేరీతిగ రూఢమొనర్చుచున్ననో స్థలముగ పరిశీలించుము.

గతిజసూత్రవిధానము : పరస్పరాకర్షణబలమునకు లోనైన రెండు వస్తువులు తమ సామాన్యగరిమనాభిని కేంద్రముగా నొనర్చుకొని పరిభ్రమించునని గతిజసూత్రములు స్పష్టపరచును. భూసూర్యగోళములు రెండును ఒకదానిపై నొకటి ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింపజేసికొనుచున్నవే. అందుచే నా రెండుగోళములను వాని సామాన్యగరిమనాభిచుట్టును తిరుగుచుండవలెననుట నిస్సందేహము. ఇక సూర్యగోళద్రవ్యరాశి భూగోళద్రవ్యరాశి కంటె సుమారు 3,31,000 రెట్లధికమగుట చేత భూసూర్యుల సామాన్యగరిమనాభి సూర్యగోళకేంద్రమునకు చేరువగనుండును. సూర్యకుటుంబములో భూసూర్యగోళములను రెండింటినిమాత్రమే దృష్టిలో నిడుకొని గావించిన లెక్కలవలన భూసూర్యగోళముల సామాన్యగరిమనాభి సూర్యగోళకేంద్రమునకు రమారమి 300 మైళ్ళ లోపుననేయున్నదనియును, భూగోళకేంద్రమునకు తొమ్మిదిగొట్లమైళ్ళకంటె ఎక్కువదూర

ములో నున్నదనియును స్పష్టమైనది. కాబట్టి యీసామాన్య గరిమనాభిచుట్టు చాల చిన్నకక్ష్యలో సూర్యుడు, మిక్కిలి పెద్దకక్ష్యలో భూమియును పరిభ్రమించుచుండవలెను. కాని యీ సామాన్యగరిమనాభి సూర్యగోళమునకు (సూర్యగోళవ్యాసము 8,66,600 మైళ్ళు) లోపలనే యున్నదికాబట్టి భూసూర్యుల జంటలో సూర్యుడు స్థిరముగా నున్నాడనియును, సూర్యుని చుట్టు భూమి తిరుగుచున్నదనియును పరిగణింపవచ్చును.

తేజోఽపాయనము : భూమిచుట్టు సూర్యుడుగాక సూర్యునిచుట్టు భూమియేతిరుగుచున్నదని నిరూపించుటకు కొన్ని దృక్పథములనుకూడ వోడ్చును. అందులో నొకటి తేజోఽపాయనము.

గాలి యేదిస్కూగా వీచుచున్నదో సూచించుపరికరమును కొందరు విలాసార్థము పడవముందుభాగమున బిగించుచుందురు. ఈపరికరమునందు నాలుగుదిక్కులను సూచించు సూచికలు ఒకఊచకు స్థిరముగా బిగింపబడి యుండును. ఊచను అక్షముగా నొనర్చుకొని యధేచ్ఛముగాభ్రమించు మరియొక సూచిక ఊచకొనయందుండును. ఈసూచిక గాలివీచుదిశకు అనుగుణముగాభ్రమింపగలుగుటచేత సూచికదిశనుబట్టి గాలివీచుదిశను కనుగొనవచ్చును. పడవ ముందు భాగమందున్న గాలివీచుదిశను సూచించు పరికరమును పడవనడుచుచున్న సమయములో జాగ్రత్తగా పరిశీలించినచో మన



9 వ చిత్రము
గాలివీచు దిశను
సూచించు పరికరము

కొక వింతవిషయము అనుభూతమగును. గాలివీచుదిశలో ఎట్టి మార్పు లేకపోయినను పడవలంగరువేయబడి స్థిరముగానున్న పుడు ఆపరికరము చూపునట్టి గాలివీచు దిశకును, పడవప్రయాణముచేయుచున్న పుడు ఆపరికరము చూపునట్టి గాలివీచు దిశకును కొంతవ్యత్యాస మగపడును. పడవవేగమధికమైన కొలదియు సీవ్యత్యాసముకూడ అధికమగును. హెచ్చువేగముతో ముందుకు సాగిపోవుచున్న పడవను హఠాత్తుగా ఆవివేసినచో పడవ లంగరువేయబడియున్న పుడు పరికరము చూపించు గాలివీచుదిశనే తిరిగి అప్పుడు పరికరము చూపించును. దీనిని బట్టి చలనస్థితియందున్న ఒకవస్తువునుండి చలనస్థితియందున్న మరియొక వస్తువును పరిశీలించినపుడు పరిశీలితవస్తుచలనదిశలో మార్పువచ్చినట్లు కనపడునని మనకు వ్యక్తమగును.

ఇదే విషయమును మనకు తరచు అనుభూతమగు నొక సంఘటన సాహాయ్యమున వివరింపవచ్చును. ఒకరోజున నర్నము తీరియుచున్న దనుకొందము. అప్పుడు గాలి యెక్కువగా వీచుట లేదనికూడ ఊహింతము. ఇట్టి సన్నివేశము అపూర్వమైనదేమియును కాదు. తరచుగా నట్టి నర్నమును మనమందరము పరికించియే యుందుము. గాలి లేకపోవుటచేత వానచినుకులు నిట్టనిలువుగాపడునని వేరే చెప్పినక్కర లేదు. ఆసమయములో గొడుగువేసకొని వానలో నులబడినామనుకొందము. వాన నిట్టనిలువుగ పడుచున్నది కాబట్టి వానకు తలయెక్కుండ నుండవలెనన్న వో గొడుగును తలపై నిట్టనిలువుగా పట్టికొనవలెను. కాని వానలో ముంచుకు నడుచుచున్నప్పుడు గొడుగు

నదేరితిగా నిట్టనిలువుగా తలపై పట్టుకొన్నచో లాభములేదు ; వాసచినుకులు మనముందానుండి యేటవాలుగావచ్చి మనలను తడిపివేయును. కాబట్టి వర్షము నిట్టనిలువుగనే పడుచున్నను ఆవర్షములో నడుచుచున్నపుడు తడిసిపోకుండ నుండవలె నన్నచో గొడుగును కొంచెము ముందుకు వంచి పట్టుకొనవలెను. వాసలో మనగమనవేగము ఎక్కువైనకొలదియు వర్షములో మనము తడిసిపోకుండనుండుటకుగాను గొడుగును ముందుకు వంచవలసిన పరిమాణము ఇంకను ఎక్కువచేయుట అవసరమగును. ఈవిధముగా గాలివీచుదిశలో మార్పువచ్చి నట్లు కనబడుటకు కారణము మన గమనమే.

ఇట్లు అవేక్షక అవేక్షితవస్తువుల వేగఫలితముగా అవేక్షితవస్తుగమనదిశయందు గోచరమగుమార్పును 'అపాయనము' అందురు. ఈ అపాయనసంఘటనను సక్షత్రములకు వర్తింపజేసి ఫలితముల సరయుదము.

ఒకసక్షత్రమునుండి బయలుదేరినకాంతి అంతరాళమున ప్రయాణముచేరి కంటిని చేరుకొనుటవలననే మనమానక్షత్రమును చూడగలుగుచున్నాము. సక్షత్రములను జాగ్రత్తగా ఒకసంవత్సరకాలము పరీక్షించినచో- వక్రీభవనము, లంబనము మున్నగు సంఘటనలవలన వాగనిశలోవచ్చుమార్పులకు తగు సవరణలను గావించిననుకూడ- అవి స్థిరముగ లేనట్లు గోచరించును. క్రాంతివృత్తితలమందాన్న సక్షత్రమైన 41 సెకనుల పొడుస్థగల సరళ రేఖాపూర్ణమును, క్రాంతివృత్తిధ్రువమునందున్న సక్షత్రమైన 41 సెకనుల వ్యాసముగల వృత్తాకార

కక్ష్యను, క్రాంతివృత్తతలమునకును క్రాంతివృత్తస్థులమునకును నడుమనున్న సక్షత్రమైన 41 సెకనులు అధికాక్షముగల దీర్ఘ వృత్తమును ఒకసంవత్సరకాలములో చుట్టినట్లులు కనపడును. ఈరీతిగా సక్షత్రములస్థానమును మార్పు కానవచ్చుటకు కారణమేమి ? భూమిస్థిరముగానున్నచో సక్షత్రములందొట్టి చలనము గోచరమగుటకు వీలులేదు. అందుచేత పైని పేర్కొనిన ఉదాహరణముల సారూప్యమునుబట్టి గాలివీచుచున్న దిశయందును, వానచినుకులు పడుచున్న దిశయందును నిజముగా నెట్టిమార్పును లేకపోయినను నడచుచున్న పడవనుండి చూచినపుడు గాలి వీచుదిశయందును, నడచుచున్న మానవుడు పరిశీలించినపుడు వానచినుకుల పతనదిశయందును ఎరులమార్పు అభివ్యక్తమైనదో అటులనే ముందుకు పరుగిడుచున్న భూమినుండి సక్షత్రములను అవేక్షించుటచేత వానిదిశలో మార్పుకనబడుచున్నది. ఈమార్పు అపాయనమువలన జనించినదే. ఈరీతిగా అపాయన సంఘటన సాహాయ్యమున సూర్యగ్రహణము భూమియేరిరుగుచున్నదని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

లంబసము : భూప్రభ్రమణమును నిరూపించుటకు మరియొక గొప్పాదర్శనము సక్షత్రముల లంబసము. ఎడమకంటిని మూసికొని కుడికంటిలో ఎరుగుగానున్న దీపమునో, చెట్టునో చూచినచో అదియొక నిర్దిష్టమైనదిశలో మనకగపడును. ఆదిశను సూచించుటకుగాను కుడికంటిని ఆవస్తుప్రసక్తను నడుమ సమముగా ఆవస్తుదిశలో ప్రవేశిస్తే, నన్నని చీప్రుపుల్లనో గుర్తుగా పెట్టము. పిమ్మట కుడికంటిని మూసికొని ఎడమ

కంటితో ఆవస్తువును చూచినచో, ఆవస్తువు, చేత్తివేలు లేదా చీపురుపుల్ల, ఎడమకన్ను ఒకదిశలో నుండవు ; ఎడమవైపునకు స్థానభ్రష్టత్వమునొందిన ట్లావస్తువు మనకగపడును. ఈరీతిని అవేక్షకుని స్థానమునందు వచ్చిన మార్పుఫలితముగా అవేక్షిత వస్తు స్థానమునందు వచ్చిన ట్లిగపడు మార్పునకు 'లంబనము' అనిపేరు. కాబట్టి భూమిమీదనుండి పరిశీలించుచున్నపుడు సంవత్సరమందు వేర్వేరు సమయములలో భిన్నదిశలలో ఒక నక్షత్రము కనబడినయెడల భూమి పరిభ్రమించుచున్నదని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

లంబనఫలితముగా సంభవించిన స్థానభ్రష్టత్వమును 500 నక్షత్రముల విషయములో శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనినారు. లంబనమువలన ఒకనక్షత్రదిశలో వచ్చెడి మార్పుపరిమాణము భూమికిని ఆనక్షత్రమునకును గల దూరమునుబట్టికూడ నుండును. నక్షత్రము భూమికిదగ్గరగానున్నచో ఎక్కువ లంబనమును దూరముగ నున్నచో తక్కువలంబనమును కలిగియుండును. కాబట్టి అపాయనమువలన నక్షత్రములదిశలలో వచ్చెడిమార్పు అన్ని నక్షత్రములకును ఒకేపరిమాణమును కలిగియుండగా, లంబనమువలన కలిగిన ఆమార్పు నక్షత్రములదూరములనుబట్టి యుండును.

భూమిచుట్టు సూర్యుడుగాక సూర్యునిచుట్టు భూమియే తిరుగుచున్నదని నిరూపించు నిదర్శనములింకను అనేకములున్నవి. వానిలో హెచ్చునిర్ధారణాత్మకమైన మరియొక నిద

ర్శనము నక్షత్రముల వర్ణమాలా రేఖలయందు, కానవచ్చు స్థానభంశము.

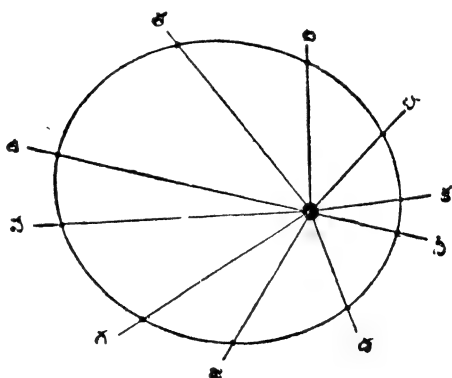
కక్ష్య

సూర్యుడు భూమిచుట్టునుగాక భూమియే సూర్యుని చుట్టును తిరుగుచున్నదని నిర్ధారణయైన పిమ్మట దాని మార్గమేయాకారమును కలిగియున్నదను ప్రశ్న వెంటనే ఉదయించును. ఒకసభోమూర్తి వేరొకసభోమూర్తి చుట్టును తిరుగుచున్న మార్గమును 'కక్ష్య' యను సాంకేతికనామముతో సాధారణముగా వ్యవహరింతురు.

సూర్యుని కేంద్రముగా జేసికొని వృత్తాకారకక్ష్యయందు భూమితిరుగుచున్న ధని మనము భావించినచో భూసూర్యులమధ్య దూరమం దెన్నడును మార్పురాదు. కాబట్టి మనకగపడుచున్న సూర్యబింబపరిమాణము సంవత్సరము పొడుగునను ఒకేరీతిగా నుండవలెను. కాని ప్రత్యక్ష అవేక్షణలవలన సూర్యబింబపరిమాణము సంవత్సరముపొడుగునను మార్పునొందుచున్నట్లే కనపడును. భూమినుండి కొలిచినపుడు సూర్యబింబ వ్యాసము జనవరి 31 వ తేదీ ప్రాంతమున 32' 35" లును, జూలై 4 వ తేదీ ప్రాంతమున 31' 32" లును ఉన్నటుల వ్యక్తమగును. ఈరెండువిలువలును సూర్యుని దృశ్యవ్యాసపు గరిష్ఠ కనిష్ఠ పరిమాణములను తెలియజేయును. ఒకపక్షపు దగ్గరగనున్నపుడు పెద్దదిగను, దూరముగ నున్నపుడు చిన్నదిగను కనబడుట స్వాభావికము. కాబట్టి సూర్యుడు జనవరి నెలలో భూమికి చాల చేరువగను, జూలై నెలలో మిక్కిలి దూరముగను నున్నటుల దీనివలన మనకు తెల్లమగును.

సూర్యగోళవ్యాసమును మైళ్ళు, గజములు అనగా ధైర్యమానములతోగాక డిగ్రీలు, నిమిషములు, సెకనులతో అనగా కోణీయమానములతో తెలియజేసినయెడల, ఆవ్యాసమును కోణీయవ్యాసమని యందురు. ఏనమయముననైనను భూమినుండి సూర్యునిదూరము సూర్యబింబదృశ్యకోణీయవ్యాసమునకు విలోమనిష్పత్తిలో నుండును. కాబట్టి వేర్వేరు దినములలోని సూర్యబింబదృశ్యకోణీయవ్యాసములనుబట్టి సంవత్సరమంతా దాయాదినములలో భూమినుండి సూర్యుని సాపేక్షదూరములను కనుగొనవచ్చును. భూమినుండి చూచినపుడు నక్షత్రములనుబట్టి సూర్యుడేదినమున ఆకాశమందేదిశలో కనిపించునో నిత్యము కనుగొని ఆనాటి భూసూర్యులసాపేక్షదూరము యొక్క సాహాయ్యమున ఆదినమున సూర్యుని స్థానమును నిరూపించు బిందువునొక

దానిని బడయవచ్చును. ఆరీతిగనే సంవత్సరము పొడుపునను గావించిన ఫలితములను ఒకచిత్రరూపమున మనము నిరూపించినచో ఆకాశములోసూర్యునిదృశ్యకక్ష్యయును ఆకక్ష్యకు



10 వ చిత్రము

నడుమ భూమియును 10 వ చిత్రములోవలె మనకు ప్రత్యక్షమగును. కాని నిజముగా భూమిచుట్టును సూర్యుడుగాక

సూర్యునిచుట్టు భూమియే తిరుగుచున్నది కాబట్టి సూర్యుని దృశ్యకక్ష్య భూకక్ష్య యే యు, ఆకక్ష్యనడుమ భూమిస్థానము వాస్తవముగా సూర్యుని స్థానమే యను మనకు వ్యక్తమగును.

ఈవిధముగా గావించిన అవేక్షణలవలన భూకక్ష్య దీర్ఘ వృత్తాకారముగ నున్నదనియు, ఆదీర్ఘవృత్తపు రెండునాభుల లోను ఒకదానియందు సూర్యుడున్నాడనియు స్పష్టమైనది. దీర్ఘవృత్తకేంద్రమునుండి 15,00,000 మైళ్ళదూరము ఒకనైపునకు జరిగి సూర్యుడున్నాడు.

అయితే, ఇక్కడొక్కవిషయమును పేర్కొనవలసి యున్నది. భూకక్ష్య దీర్ఘవృత్తమనగా భూచంద్రయుగళము యొక్క గరిమనాభి సూర్యగోళకేంద్రము నొక నాభిగా గలిగి యున్న దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నదని వివరింపవలెను. భూచంద్రయుగళపు గరిమనాభి భూకేంద్రమునకు రమారమి 3000 మైళ్ళ దూరముననున్నది. భూకేంద్రమునకును సూర్యకేంద్రమునకునుగల దూరముతోపోల్చినపుడు ఈ 3000 మైళ్ళ దూరము అంతగా లెక్కలోనికిరాదు. అందుచేత భూమి, అనగా భూకేంద్రము, సూర్యునిచుట్టును, అనగా సూర్యగోళకేంద్రముచుట్టును దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యయందు పరిభ్రమించుచున్నదని స్థూలముగా వచింపవచ్చును.

భూకక్ష్యదీర్ఘవృత్తమగుటచేతను, సూర్యుడు ఆదీర్ఘవృత్తకేంద్రమువద్దగాక నాభిదగ్గర ఉంచుటవలనను భూసూర్యులనడిమి దూరములో మార్పువచ్చుచున్నది. భూమి సూర్యునకు చాల చేరువగ నున్నపుడు భూసూర్యులనడిమిదూరము 9,14,00,000

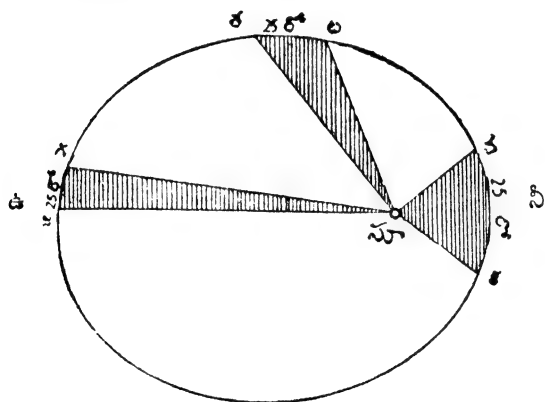
మైళ్ళిండును ; భూమి సూర్యునకు మిక్కిలి దూరముగనున్న పు
 డాదూరము 9,46,00,000 మైళ్ళు. ఈ కనిష్ఠ గతి దూర
 ములనడుమ సంవత్సరముపొడుగునను భూసూర్యుల నడిమి
 దూరము మూడుచుండును. భూమి తనకక్ష్యయందు తిరుగుచు
 సూర్యునకు మిక్కిలి దగ్గరగనున్నపుడు నీచస్థానమందున్న
 దనియును, మిక్కిలిదూరముగనున్నపుడు ఉచ్చస్థానమందున్న
 దనియును వచింతురు. భూమి నీచస్థానమందు జనవరి 31 వ తేదీన
 ఉచ్చస్థానమందు జూలై 4 వ తేదీన యుండును.

భూకక్ష్య దీర్ఘవృత్తమే యైనను అదియెక్కువగా సాగి
 లేదు. దీనినే శాస్త్రపరిభాషలో ఎక్కువవికేంద్రమై యుండ
 లేదని పేర్కొందురు. భూకక్ష్య వికేంద్రత 0.0167 మాత్రమే.
 ఒకదీర్ఘవృత్తముయొక్క వికేంద్రత ఎంతయెక్కువైన, అంటే
 దాని వికేంద్రత పరిమాణము '1' కి ఎంత స్నిహితమైన,
 అదిఅంతయెక్కువగా సాగియుండును ; ఎంతతక్కువైన, అంటే
 దాని వికేంద్రత పరిమాణము '0' కు ఎంత చేరువగ
 నున్న అది అంత హేచ్చగా వృత్తమును పోలియుండును.
 భూకక్ష్య వికేంద్రత చాల తక్కువ. కాబట్టి 'స్కేలు'కు సరిగా
 భూకక్ష్యను గీసినచో, వట్టికంటితో చూచి ఆకక్ష్య వృత్తమో
 దీర్ఘవృత్తమో చెప్పట కష్టమగును. వృత్తమునకు మిక్కిలి
 సన్నిహితముగా నదియుండుటయే అందుకు హేతువు.

ప రి భ్ర మ ణ వే గ ము

సూర్యునిచుట్టు భూమి తనకక్ష్యలో సమవేగముతో పరి
 భ్రమిండుటలేదు. ఒకమూర్తి ఒకసెకనుకాలములో తిరుగునట్టి

దూరమునకు ఆమూర్తియొక్క వేగమనిపేరు. ఆమూర్తి తనకక్ష్యలో సమానకాలములలో సమానదూరములను తిరిగిన అది సమవేగమును కలిగియున్నదందురు. భూమి సూర్యుని చుట్టును సమవేగముతో పరిభ్రమించుట లేదు. కాని భూసూర్యులను కలుపునట్టి సరళరేఖ సమానకాలములలో సమానవైశాల్యములను చుట్టునట్లుగా భూమి తనకక్ష్యలో తిరుగుచున్నది. 11 వ చిత్రమునుబట్టి మన కావిషయము విశదమగును. భూకక్ష్యను సూచించు ఆచిత్రములో నీ- భూమియొక్క నీచస్థానమును, ఉ- భూమియొక్క ఉచ్చస్థానమును అనుకొందము.



11 వ చిత్రము

నీచస్థానసమీపమందున్నప్పుడు భూమి 25 దినముల కాలములో కనుండి చ యొద్దకు ప్రయాణముచేసి, పో ఉచ్చస్థానసమీపమందున్నప్పుడు 25 దినముల కాలములో నది గనుండి జకు మాత్రమే ప్రయాణము చేయును. భూసూర్యులను కలుపునట్టి

లేఖ సూకచ, సూగజ అను పైశాల్యములను సమాన కాలములందే చుట్టినదికాబట్టి పైశాల్యములు సమానములు. భూమి నీచస్థానమందున్నప్పటి భూసూర్యులసడిమి దూరము (సూసీ) కంటే భూమి ఉచ్చయందున్నప్పటి భూసూర్యులసడిమి దూరము (సూఉ) ఎక్కువకాబట్టి కచ అను దూరము గజ అను దూరముకంటే హెచ్చు. కాని యీ దూరములను సమానపరిమాణముగల కాలములలో భూమి చుట్టినది కాబట్టి నీచయం దున్నపుడు భూపరిభ్రమణవేగము మిక్కిలి హెచ్చుగను, ఉచ్చయందున్నపుడు భూపరిభ్రమణ వేగము మిక్కిలితక్కువగను ఉండుననియును, ఈ గరిష్ఠ కనిష్ఠ పరిమాణములు గల పరిభ్రమణవేగముల నడుమ భూపరిభ్రమణ వేగము మారుచుండుననియును మనము గ్రహింపవచ్చును.

భూమి సూర్యునిచుట్టును ఒకసారి తిరిగివచ్చుటకు ఎన్ని సెకనుల కాలము పట్టునో దానిచేత భూకక్ష్యపొడుపును భాగింపగా భూమి సరాసరి వేగమువచ్చును. లేదా భూకక్ష్యవృత్తాకారముననున్నదని భావించి లెక్కగట్టినవో ఈవిషయమింకను నులభముగ వేలును. భూసూర్యుల సరాసరి మధ్యదూరమును 2×3.1416 చేత గుణించి వచ్చినలబ్ధమును భూమి సూర్యుని చుట్టు ఒకసారి తిరిగివచ్చుటకు ఎన్ని సెకనుల కాలము పట్టునో దానిచేత భాగించినవో భూమి సరాసరి పరిభ్రమణవేగము ఇంచుమించుగావచ్చును. ఈరీతిగా లెక్కగట్టటవలన భూమి సరాసరి పరిభ్రమణవేగము సెకనుకు 18.5 మైళ్ళు ని వ్యక్తమైనది. అంటే భూమి సూర్యునిచుట్టు నిమిషమునకు రమారమి 1100

మైశ్వ, గంటకు 66,000 మైశ్వ వేగముతో పరిభ్రమించుచున్నది. గంటకు 30 మైశ్వ వేగముతో పరుగిడుచున్న మన రైశ్వ వేగముకంటె ఇది సుమారు 2000 రెట్లు హెచ్చు ; గంటకు 200 మైశ్వ వేగముతో పయనించుచున్న విమానముల వేగముకంటె ఇది రమారమి 300 రెట్లు అధికము. ఇంత అత్యధిక వేగముతో ఎక్కడ రెప్పపాటు కాలముకూడ ఎన్నడు ఆగకుండ అవిచ్చిన్నముగ భూమి ప్రయాణముచేయుచున్నది. అయినను ఈ పయనప్రజాడ గునుమంతయు మనకు పొడగట్టుటలేదు.

భూమి సూర్యునిచుట్టు నొకసారి తిరిగి వచ్చుటకు 365.256 దినములు పట్టును. ఈ కాలమునకు ఒక సారి సంవత్సరమని పేరు.

ప రి భ్ర మ ణ కౌ ర ణ ము

భూమి సూర్యునిచుట్టును నిచుమిత దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలో అత్యధిక వేగముతో ఏల పరిభ్రమించుచున్నది ? ఇది యొక పెద్ద ప్రశ్న !

మనము బెడ్డను పైకి వినరినపుడు ఆ బెడ్డకొంతదూరము పైకిపోయి తిరిగి భూమిపైబడును ; అంతేగాని అదియట్లే ఆకాశములో నిలిచిపోదు. ఈరీతిగా పైకి వినరబడిన బెడ్డ తిరిగి భూమిపైపడుటకు కారణము బెడ్డపైభూమి నెరపు ఆకర్షణబలమే. భూమికి ఆకర్షణబలము దాని ద్రవ్యరాశివలన కలుగుచున్నది. భూమికున్న యీ ఆకర్షణబలమునకు భూమ్యాకర్షణబలమనియును, గురుత్వాకర్షణ బలమనియును పేరు.

బ్రహ్మాండములో భూమికొక్కదానికేగాక ప్రతిమూర్తికిని ప్రతి వస్తువునకునుకూడ గురుత్వాకర్షణ బలమున్నది. తక్కువ ద్రవ్యరాశిని కలిగియున్న మూర్తుల కీబలము తక్కువగాను, ఎక్కువ ద్రవ్యరాశిని కలిగియున్న మూర్తుల కీబలము ఎక్కువగాను ఉండును. అంతేగాక ఒకమూర్తి మరియొక మూర్తిపై ప్రవర్తించునట్టి గురుత్వాకర్షణబలపరిమాణము ఆమూర్తుల నడిమిదూరము ఎక్కువైనకొలదియును తగ్గును. ఈవిషయమునే, 'బ్రహ్మాండములో ఒకమూర్తి మరియొక మూర్తిపై ప్రయోగించునట్టి ఆకర్షణబలము ఆమూర్తుల ద్రవ్య సంచయముల లబ్ధమునకు అనులోమానుపాతముగోను, వాని మధ్యదూరవర్గమునకు విలోమానుపాతముగోను ఉండునని' ఒక నియమ రూపమున వ్యక్తపరుపవచ్చును. ఇట్లు బ్రహ్మాండము లోని మూర్తులన్నియు ఒకదానినొకటి పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుచున్నప్పటికిని చాల మూర్తులమధ్యదూరములు అత్యధికములగుటవలన అట్టివి పరస్పరము ప్రవర్తించుకొనునట్టి ఆకర్షణబలములు తెక్కలోనికిరావు.

సూర్యకుటుంబములోని మూర్తు లన్నిటికంటెను ఎక్కువద్రవ్యముగల గోళము సూర్యుడు. అధిక ద్రవ్యముగల నభోమూర్తు లన్నిటిలోను సూర్యకుటుంబమునకు చేరువగా నున్న గోళముకూడ సూర్యుడే. కాబట్టి సూర్యకుటుంబము లోనిమూర్తు లన్నిటిపైనను సూర్యగోళము ఎక్కువ ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింపజేయుచు భూమిపైకూడ అధిక ఆకర్షణబలమును నెరపుచున్నది. అందువలన పెకివిసరబడిన బెడను భూమి తన ఆకర్షణబలముచేత ఎక్కు తిరిగి తనవైపునకు లాగుకొను

చున్నదో ఆరీతిగనే సూర్యుడు తన ఆకర్షణవలన భూమిని తన
వైపునకు లాగుకొనుచున్నాడు. కాని జననము నొందిన సమ
యమునుండియు భూమికి అధికమైన వేగము సంప్రాప్తమైనది.
ఆ అధికవేగమువలన సూర్యునిపైబడుటకు బదులు సూర్యుని
చుట్టు భూమి తిరుగవలసినచ్చినది. దీపానలినాడు పిల్లలు చక్ర
పోట్లములను (ఉప్పపోట్లములను) త్రిప్పటను మనము చూచియే
యుందుము. చక్రపోట్లమును గిట్టుగిట్టున త్రిప్పినకొలదియు
దానినుండి విడివడిన అగ్నికణములు ఆపోట్లమును త్రిప్పుచున్న
వానినుండి దూరముగాపోయి పడును. ఆవిధముగనే భూమి
సూర్యునిచుట్టు తిరుగుటను ప్రారంభించినప్పటినుండియు సూర్యు
నినుండి దూరముగా అంతరాళములోనికి పోయిపడుటకు అది
ప్రయత్నించుచునేయున్నది. కాని తన్ను పూర్తిగావిడిచి అంత
రాళములోనికిపోకుండ సూర్యగోళము తన గురుత్వాకర్షణబలము
వలన భూమిని లాగిపట్టుకొనుచున్నది. ఈవిధముగా తనపరిభ్ర
మణమువలన సూర్యునినుండి దూరముగాపోయి పడుటకు భూమి
ప్రయత్నించుచుండగా సూర్యుడు తన గురుత్వాకర్షణబలము
వలన భూమిని తనమీదికి లాగుకొనుటకు ప్రయత్నించు
చున్నాడు. ఈపెనుగులాట ఫలితముగా భూమి సూర్యునిచుట్టు
నిర్దిష్టమైన దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో అనవరతముగా పరిభ్ర
మించుచున్నది.

పైచర్చనుబట్టి భూకక్ష్యపరిమాణము సూర్యుని ఆకర్షణ
బలమును బట్టియును, భూపరిభ్రమణవేగమునుబట్టియును నున్న
దని విదితమగును. ఇక సూర్యాకర్షణబలము సూర్యగోళద్రవ్య

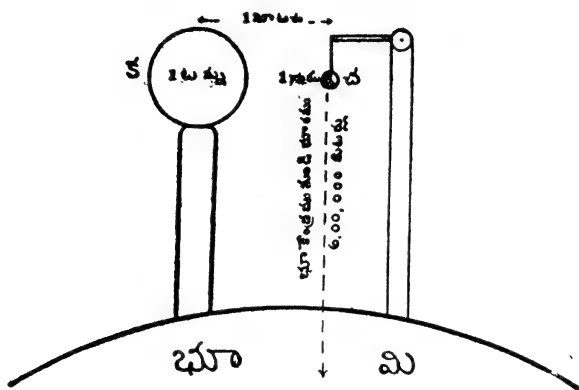
రాశినిబట్టి యుండును. అందుచేత సూర్యగోళద్రవ్యరాశి యందుగాని, భూపరిభ్రమణవేగమునందుగాని మాఝురానంత వరకు భూకక్ష్యపరిమాణము స్థిరముగనేయుండును. అట్లుగాక సూర్యాకర్షణబల మధిక మగుటగాని, భూపరిభ్రమణవేగము తగ్గుటగాని సంభవించినచో భూకక్ష్య సంకోచముపొందుట యును, సూర్యాకర్షణబలము తగ్గుటగాని భూపరిభ్రమణ వేగము హెచ్చుటగాని సంభవించినచో భూకక్ష్యవ్యాకోచము పొందుటయును తథ్యము. కాని యింతలో నివి యేమియును జరుగుటకు హెచ్చుతగ్గులు లేదుగాన నన్ని హితభావికాల మందు భూకక్ష్యయం దెట్టిమార్పును రాదని మనము చెప్పవచ్చును.

ద్రవ్య రాశి

చిన్న బంగారపుముక్కను సున్నితమైనత్రాసుతోతూచి దానియం దెంత ద్రవ్యమున్నదో తెలిసికొనవచ్చును ; బెల్లపు బుట్టను కాటాలోపేసి తూచి అందున్న బెల్లముయొక్క ద్రవ్య మెంతో నిర్ణయింపవచ్చును. భూమిమీదనున్న వేర్వేరువస్తువుల ద్రవ్యరాసులను కనుగొనుటకు పలువిధానము లాచరణలో నున్నవి. కాని భూమివంటియొక పెద్దగోళముయొక్క ద్రవ్య రాశిని కనుగొనుట కవి యేమియును ఉపయోగపడవు. భూమిని కాటాలో పెట్టుటయే అసాధ్యముకదా. కాబట్టి పరోక్షవిధానములవలననే భూద్రవ్యరాశిని కనుగొనవలసియున్నది.

భూమికి ఆకర్షణబలము దాని అధికద్రవ్యరాశివలన చేకూరుచున్నదని గ్రహించితిమి. కాబట్టి నియతద్రవ్యరాశిగల

ఒకవస్తువు నియతద్రవ్యరాశిగల మరియొకవస్తువుపై ప్రవర్తింప జేయునట్టి ఆకర్షణబలముతో ఆనియత ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుపై భూమి ప్రయోగించునట్టి ఆకర్షణబలమును పోల్చి భూద్రవ్య రాశిని కనుగొనవచ్చును.



12 వ చిత్రము

1 గ్రాము ద్రవ్యరాశిగల చ అనునొక సీసపుగుండు భూమిమీద స్వేచ్ఛగ ప్రేలాడదీయబడినదనుకొందము. దానికి 1 మీటరుదూరములో 1 టన్ను బరువుగల క అను మరి యొకసీసపుగుండు ఉన్న దనుకొందము. క, చ అను రెండు గుండ్ల కేంద్రములును భూమినుండి ఒకే మట్టమునకూడ ఉన్న వనుకొందము. క, చ అను గోళములు రెండునుకూడ ద్రవ్య ముతోహూడియున్న వే కాబట్టి అవి ఒకదానినొకటి పరస్పరము కొంత నిర్ణీతపరిమాణముగల బలముతో ఆకర్షించుకొనును. ఈ ఆకర్షణబలమును నిర్ణయించుట కొంచెము కష్టమైనను

అందు కనేక ప్రయోగములున్నవి. వానిలో మిక్కిలి సునిశితమైనది సి. వి. బాయిస్ వర్పరచినట్టిది.

ఇట్టి ప్రయోగమువలన $\frac{1}{165,000,000}$ గ్రాములబరువు బాయిస్ చ అను వస్తువు క అను వస్తువును ఆకర్షించుచున్న దని వ్యక్తమైనది. ఇక చ అను గుండుబరువు 1 గ్రాము బరువు కాబట్టి భూమిపది ఆకర్షించు బలపరిమాణముకూడ 1 గ్రాము బరువే. అందుచేత క, చ అనుగుండ్ల కేంద్రములును, భూకేంద్రమును ఒకే మట్టమందున్నచో చ అను వస్తువు $\frac{1}{185,000,000}$ గ్రాముల బరువుబలముతో ఆకర్షించునట్టి క అను గుండుయొక్క ద్రవ్యరాశి 1 టన్ను ఉన్నయెడల అది 1 గ్రాము బరువుబలముతో ఆకర్షించునట్టి భూమియొక్క ద్రవ్యరాశి 165,000,000 టన్నులుండునని తేలును. అయితే భూకేంద్రమును, చ అనుగుండుయొక్క కేంద్రమును ఒకేమట్టములో లేవు. వాని రెండింటికిని రమారమి 6,000,000 మీటర్ల దూరమున్నది. ఒక వస్తువు మరియొక వస్తువుపై ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలము వాని మధ్యదూరవర్గమునకు విలోమానుపాతముతో నుండునని గురుత్వాకర్షణ నియమమువలన మనకు తెలిసియేయున్నది. కాన భూకేంద్రమును చ అను గుండు కేంద్రమును ఒకే మట్టములో నున్నచో భూమిపై చ అను గుండు ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలము పైని పేర్కొనబలమునకు $6,000,000 \times 6,000,000$ రెట్లుండునని స్పష్టమగును. కాబట్టి భూద్రవ్యరాశి $165,000,000 \times 6,000,000 \times 6,000,000$ టన్నులు; అనగా 5.9×10^{21} టన్నులు.

ముతువులు

భూమికి వేడి వెలుగులు సూర్యునివలననే లభ్యమగుచున్నవి. అందుచేత భూమి సూర్యునికి చేరువగా నున్నప్పుడు దానిపైని వేడి యెక్కువగను, దూరముగనున్నప్పుడు తక్కువగను ఉండవలెను. భూమి సూర్యునకు మిక్కిలి చేరువగా జననరికి వ తేదీని, ఎక్కువదూరముగా జూలై 4 వ తేదీని ఉండును. ఈకనిష్ఠ గరిష్ఠ దూరములు 3% కంటె ఎక్కువవ్యత్యాసమును కలిగియుండలేదు. కాని వేసవికాలములోని ఎండవేడిమికిని శీతకాలములోని ఎండవేడిమికిని వ్యత్యాసము సామాన్యముగ 3% కంటె అధికముగనేయుండును. కాబట్టి భూసూర్యులమధ్య దూరమునందువచ్చు అల్పవ్యత్యాసమువలననే వేసవికాలములోని ఎండవేడిమికిని, శీతకాలములోని ఎండవేడిమికిని గల వ్యత్యాసము సంభవించుచున్నదని చెప్పటకు వీలులేదు. పైగా ఉత్తరార్ధగోళములో భూమికి సూర్యుడు చేరువగానున్నప్పుడు శీతకాలమును, దూరముగానున్నప్పుడు వేసవికాలమును అగును. కాబట్టి భూమిపై వేర్వేరుకాలములలో తాపక్రమ వ్యత్యాసములేర్పడుటకు కారణము మరెమొకటి యుండియుండవలెననుట స్పష్టము. భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్త తలమునకు లంబనిశాఖ నుండక కొద్దిగా వంగియుండుటే భూతలముపై ముతువులు కలుగుటకు కారణము.

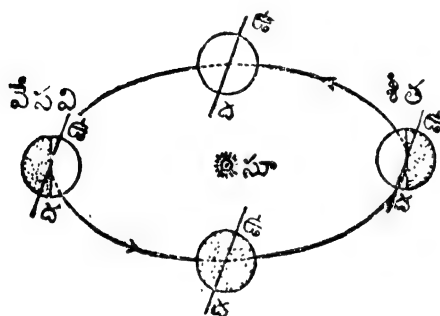
భూకక్ష్యతలమును ఆకాశములోనికి పొదిగించినచో అది ఆకాశమును ఎక్కడ కలిసికొనునో ఆవృత్తమునకు క్రాంతివృత్త మగుపేరు. ఆకాశములో నక్షత్రములను కనుచు ఈక్రాంతివృత్తము

వెంటనే సూర్యుడు సంచరించుచున్నట్లు గోచరించును. కాని నిజముగా నిది భూకక్ష్యయే. ఈక్రాంతివృత్తమార్గమునకు సరిగా లంబదిశలో భూమ్యక్షము లేదు. క్రాంతివృత్తతల లంబమునకు $23\frac{1}{2}$ అంశలు వంగి అది యున్నది. అంటే క్రాంతివృత్తతలమునకు భూమధ్యరేఖాతలము $23\frac{1}{2}$ అంశలు ఏటవాలుగా నున్నది.

సూర్యుడు సంచరించి భూమి నిలుకడగా నుండియున్నట్లయిన భూమిపై వేర్వేరు సమయములలో తాపక్రమ వ్యత్యాసము లేర్పడియుండెడివికావు ; అనగా ఋతువులు కలిగెడివికావు. అప్పుడు భూమిపై ప్రదేశమైనను సంవత్సరము పొడుపునను సమాన తాపక్రమమును కలిగియుండెడిది. పోనీ భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్తతలమునకు లంబదిశలోనుండియున్నను కూడ భూమి సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్నను భూతలమందు ఒక ప్రదేశ తాపక్రమముతో ఎక్కువవ్యత్యాసము ఉండకపోయెడిది. అప్పుడుకూడ భూమిమీద సూర్యకిరణములు ఒకే ఏటవాలుగా పడుటచేత ఋతువులు ఉండెడివికావు. భూమధ్యరేఖాప్రాంతములో ఉష్ణముగను, ధ్రువములదగ్గర శీతలముగను మాత్రమే అప్పుడు ఉండియుండును. కాబట్టి సూర్యునిచుట్టు భూమికిని గల దూరములోవచ్చు వ్యత్యాసమును లెక్కలోనికి తీసికొనక పోయినచో ప్రదేశముగోనుకూడ ఋతువులు ఏర్పడి యుండెడివికావు.

కాని భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్తతల లంబమునకు $23\frac{1}{2}$ అంశలు వంగియుండుటచేతను, సూర్యునిచుట్టు భూమి తిరుగు

టలో దాని అక్షమెల్లప్పుడు ఒకే విధంగా వంగియుండుటచేతను సంవత్సరమందు కొంతకాలము భూమ్యక్షపు ఉత్తరప్రకొన సూర్యుని కేచేరువగను, పేరొకసమయమందు దక్షిణప్రకొన



13 ఏ చిత్రము

సూర్యునికి చేరువగను ఉండును. భూమి యొక్క ఏకొన సూర్యునికి చేరువగ నుండునో ఆసమయ మందు ఆకొనగల అర్ధ గోళమున వేసవి యగును. కాబట్టి

భూమ్యక్షపు ఏటవాగుతనము భూమి యొక్క తేర్పడుటకున్న అక్షాంశపరాణముతో వేర్వేరు సమయములందు వ్యత్యాసము సంభవించుటను చారిత్రభూతి ముద్రామున్నది.

అయనచలనము

భూమ్యక్షము సక్షత్రములనుబట్టి యెల్లప్పుడు నొకేదిశను సూచించునట్లుగా భూమి సూర్యుని చుట్టును పరిభ్రమించుచున్న దని పేర్కొనియుంటిమి. ఇది కొంతవరకు నిజమేకాని పూర్తిగా సత్యముకాదు.

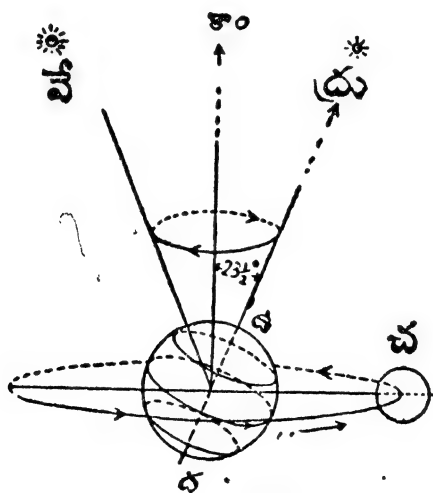
భూమధ్యరేఖాతలమును ఆకాశమున కంటునట్లుగా పొడి గించినయెడల అది సభోగోళము నొకవృత్తమున తాకును. ఈ వృత్తమునకు సభోమధ్యరేఖయనిపేరు. సూర్యుడు సక్షత్రముల ననుసరించి ఆకాశమం దొకసంవత్సరకాలమునో చుట్టినట్లుగ

పడు వృత్తాకారమార్గమును క్రాంతివృత్తమని యందురు. క్రాంతివృత్తమునకు సభోమధ్యరేఖ యేటవాలుగా నున్నది. వానివాలు 23° 27'. సభోమధ్యరేఖయును క్రాంతివృత్తమును ఖండించుకొను బిందువులకు విషువత్తులని పేరు. ఈబిందువులందు సూర్యుడున్నపుడు భూగోళమం దంతటను రాత్రింబవళ్ళు సమాసముగా నుండును. వాల్బో ఉత్తరాభిముఖుడై సంచరించుచున్నప్పుడు సూర్యుడు దాటునట్టి విషువత్ బిందువునకు మేషాది బిందువనియు, దక్షిణాభిముఖుడై సంచరించుచున్నపుడాయన దాటునట్టి బిందువునకు గోలాదిబిందువనియును పేర్లు.

విషువత్తులు ప్రతిసంవత్సరమునను సభోమధ్యరేఖయందొకేస్థానములందు సంభవించుట లేదు. ప్రతిసంవత్సరమునను సూర్యుడు ఆవెనుకటి సంవత్సరమున తాను సభోమధ్యరేఖను దాటిన స్థానములకు పశ్చిమమున 50.26 సెకనుల దూరములో దాటును. కాబట్టి విషువత్తులు సంవత్సరమునకు రహారవి 50 సెకనుల చొప్పున క్రమముగా పశ్చిమదిశగా జరుగుచున్నవి. ఈసంఘటననే అయనచలనమని వ్యవహరింతురు. ఇక దీనికి కారణమును, ఫలితములను అరయుదము.

బొంగరములను సాధారణముగా మనమందరమును త్రిప్పియే యుందుము ; లేదా అధమము బొంగరము తిరుగుట యైనను చూచియుండుము. బొంగరము ముల్లుపైఱిని తిరుగుచుండును కదా ! బొంగరముముల్లునుండి బొంగరముతలలోని మధ్యబిందువుకొక ఋజురేఖను ఊహించుకొనినచో అది బొంగరముయొక్క భ్రమణక్షమును సూచించును. సామాన్యముగా బొంగరము తిరుగుచున్నప్పుడు దానిఅక్షము భూతల

మునకు లంబదిశలోనే యుండును. ఆరీతిగా లంబదిశలో తన అక్షముపై భ్రమించుచున్న బొంగరమును చేతితో నెమ్మదిగా కొట్టినచో బొంగరముయొక్క భ్రమణాక్షదిశయందు కొద్ది మాపు వచ్చి, లంబమునకు కొద్దిగా నంగియున్న అక్షముపై నదిభ్రమించుట కారంభించును. అందువలన బొంగరముయొక్క ముల్లును ఆధారముగా నొనర్చుకొని శంఖుఆకారములో బొంగరపుఅక్షము తిరుగును. ఈరీతి బొంగరపుచలనమును అయనచలనమని వ్యవహరించురు. నూనెగానుగలో గానుగ రోకలి చలనమును గుర్తుకు తెచ్చుకొన్నచో ఈ బొంగరపు అక్షచలనము కన్నులకు కట్టిస్పష్ట ద్యోతకమగును.



14 వ చిత్రము

భూమధ్యరేఖాప్రాంతమందలి భూమియొక్క అధిక ద్రవ్యమునైనూర్యచంద్రుల సంయుక్త ఆకర్షణఫలితముగా అయనచలనము సంభవించుచున్నది.

14 వ చిత్రములో ఉ- భూమియొక్క ఉత్తరధ్రువమును, ద- దక్షిణధ్రువమును, ఉద- భూమ్యక్షమును నిరూపించును. భూమ్యక్షదిశయందే ప్రస్తుతము ఆకాశములో ద్రు- అను ఉత్తరధ్రువనక్షత్ర మున్నది. చిత్రములో దిగువభాగమందున్న పెద్దవృత్తము క్రాంతివృత్తము. ఇంచుమించుగా ఈవృత్త తలమందే సూర్యుడును, చంద్రుడును ఉందురు. చిత్రములో చ- చంద్రుడు, కాం- క్రాంతివృత్తధ్రువము, వే-వేగానక్షత్రము.

భూమి సమమైన గోళముగాగాక ఉత్తరదక్షిణములుగా కొంచెమదుమబడి యుండుటచేత దానిపై సూర్యచంద్రుల ఆకర్షణబలములు ధ్రువములనుండి భూమధ్యరేఖాప్రాంతమునకు పోయినకొలదియు క్రమముగా అధికమగును. భూమ్యక్షము క్రాంతివృత్త తలమునకు రమారమి 66.5° వంగి యుండుటచేతను, భూమిపై ధ్రువములదగ్గరకంటె భూమధ్యరేఖాప్రాంతమున సూర్యచంద్రుల ఆకర్షణబలము లధికమగుటవలనను, లంబదిశగానున్న అక్షముపై తిరుగుచున్న బొంగరమును చేతితో తట్టగా వచ్చిన ఫలితము భూమివిషయములో వీనివలన సంభవించుచున్నది. తత్ఫలితముగా భూమ్యక్షదిశ నెప్పుదిగామారి, క్రాంతివృత్త తలమునకు లంబదిశలో అక్షమును కలిగియున్న శంఖాకారమును భూమ్యక్షము చుట్టుచున్నది. ఇదే అయిన చలనమునకు కారణము.

భూమధ్యరేఖాప్రాంతమునకు పోయినకొలదియు సూర్యచంద్రుల ఆకర్షణబలము లధికమగుటవలన భూమ్యక్షదిశలో

వచ్చు మార్పు సంవత్సరమునకు రమారమి 50.2 సెకను లుండును. భూమ్యక్షగిశలో సంభవించిన యీమాట్టైన కను గుణమైన మార్పు భూమధ్యరేఖాతలనిశయందును, సభోమధ్య రేఖ క్రాంతివృత్తము పరస్పరము ఖండించుకొను బిందువుల స్థానమునందును ప్రాప్తించునుగదా ! కాబట్టి మేషాదిబిందువు తులాది బిందువు ప్రతిసంవత్సరము 50.26 సెకనుల దూరము పశ్చిమదిశగా నడచుచున్నవి. అందుచేత రమారమి 25,800 సంవత్సరముల కాలములో విషవత్తులు ఒకవృత్తమును చుట్టును.

క్రీస్తుపూర్వము 60 వ సంవత్సరమునకు పూర్వము మేషాదిబిందువు మేషరాశిలో నుండెడిది. అయినచలనము వలన క్రీ. పూ. 60 వ సంవత్సరములో అది మీనరాశియున్న ప్రదేశములోనికి మారినది. క్రీ. వె. 2,740 సంవత్సరములో అది కుంభరాశిలోనికి వచ్చును. క్రీ. వె. 25,740 ప్రాంతమున గాని తిరిగి అది మేషరాశిని చేరుకొనదు.

భూమ్యక్షతలము 25,800 సంవత్సరముల కాలములో ఒక శంఖును చుట్టి వచ్చునప్పటికి భూమ్యక్షర దక్షిణాధ్రువ ములు క్రాంతివృత్తాధ్రువములను కేంద్రములుగా గలిగి 23½° వ్యాసార్థములుగల చిన్నవృత్తములను ఆకాశమునచుట్టును. ఈ రీతిగా భూమ్యక్షనిశయందు మార్పునచ్చుటచేత ధ్రువస్థాన మలంకరించిన సక్షత్రములోకూడ మార్పువచ్చును. ప్రస్తుతము భూమ్యక్షపు ట్లంతరదిశగానున్న ఆల్ఫా అర్సా మైనోరిస్ సక్ష త్రము ధ్రువస్థానముననుండి ధ్రువసక్షత్రమును పేరున బరగు

చున్నది. అయినచలనమువలన కొద్దికాలములో ఆల్ఫా అర్పా మైనోరిస్ నక్షత్రమునకీ ధ్రువనక్షత్రపదవిపోవును. ఆతరువాత క్రీ. వె. సుమారు 5,000 సంవత్సరమునాటికి సెఫియస్ రాశి లోని గామా సెఫియై నక్షత్రమును, ఆతరువాత క్రీ. వె. సుమారు 8,000 సంవత్సరమునాటికి సెఫియస్ రాశిలోని ఆల్ఫా సెఫియై నక్షత్రమును, అటుపిమ్మట వరుసగా క్రీ. వె. సుమారు 10,000 నాటినుండి పైగ్నస్ రాశిలోని ఆల్ఫా, గామా నక్షత్రములును, క్రీ. వె. 14,000 నాటినుండి లైరా రాశిలోని వేగానక్షత్రమును, క్రీ. వె. 16,000 నాటినుండి హెక్ట్యులస్ రాశిలోని నక్షత్రములును, ఆ తరువాత డ్రేకో రాశిలోని ఆల్ఫానక్షత్రమును ధ్రువపదవిని పొందును. క్రీ. వె. 27,000 సంవత్సరమునాటికి ఆల్ఫా అర్పా మైనోరిస్ కు తిరిగి ధ్రువపదవి లభ్యమగును. ధ్రువ పదవియం దేనక్షత్రమున్నదో ఆనక్షత్రముచుట్టు నభోమూర్తు లన్నియు తిరుగుచున్నట్లు కనపడునుగాన ప్రస్తుతము ఆల్ఫా అర్పా మైనోరిస్ చుట్టును తిరుగుచున్న నభోమూర్తు లన్నియు భవిష్యత్తులో క్రమముగా గామా సెఫియై, ఆల్ఫా సెఫియై, ఆల్ఫాపైగ్ని, గామా పైగ్ని, వేగా, హెక్ట్యులస్, ఆల్ఫా డ్రేకోసిస్ మున్నగు నక్షత్రముల చుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చు చున్నట్లు లభివ్యక్తమగును.

న్యూ బే షన్

భూమ్యక్షపు శంఖాకారచలనము భూమధ్యరేఖాప్రాంత మందలి భూమియొక్క అధికద్రవ్యముపై సూర్యచంద్రుల

సంయుక్త ఆకర్షణ ఫలితముగా సంభవించినదే గదా! ఐతే భూమి ననుసరించి సూర్యచంద్రుల సాపేక్షస్థానము లెల్లప్పుడును ఏక రీతిగ నుండవు. ఆహేలువుచేత అయినచలనమునకు కారణ భూతమైన వాని సంయుక్త ఆకర్షణబలమునందుకూడ మాడ్చు వచ్చును. ఈమాడ్చువలన భూమ్యక్షువు శంఖాకారచలనము నందును, ధ్రువములయొక్క వృత్తాకారచలనమునందునుకూడ పాముమెలికవంటి చలనము మిశ్రితమైయుండును. ఈచలనము నకే న్యూటన్ అనిపేరు.

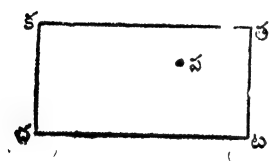
న భోగోళము

భూగోళముమీద నెక్కడనుండి చూచినను అక్కడ నున్నవారికి అక్కడి ఆకాశ మించుమించు అర్ధగోళాకారమున గోచరించును. కాని ఏకకాలములో భూమిమీది వేర్వేరు ప్రదేశములందున్న వారికి కనిపించు ఆకాశార్ధగోళములు సమానములు గావు. అంతేగాక భూమిమీద ఒకప్రదేశమందున్న వారికి కనిపించు ఆకాశార్ధగోళమును, వారికి సరిగా విముఖ దిశలో భూగోళమునకు రెండవనైపున నున్నవారికి కనిపించు ఆకాశార్ధగోళమును పూర్తిగా విభిన్నములై యుండును. ఆరెండు ఆకాశార్ధగోళములను చేర్చినచో ఒకసంపూర్ణ గోళ మగును. ఆ సంపూర్ణ ఆకాశగోళమునకే నభోగోళమనిపేరు. సూర్యుడు, చంద్రుడు, నక్షత్రములు, గ్రహములు మున్నగు నభోమూర్తు లన్నియును ఈనభోగోళము యొక్క లోపలితల మున సంచరించుచున్నట్లు మనకు గోచరమగును. అవేక్షకుని నేత్రమే యీనభోగోళకేంద్రస్థానము. కాని నభోగోళపరిమాణముతో పోల్చినపుడు భూగోళపరిమాణ మత్యల్పము గాన భూగోళకేంద్రముతో నభోగోళకేంద్ర మేకీభవించుచున్నదని భావించుట తప్పకాదు. కనుక భూగోళ, నభోగోళములు ఏకకేంద్రకములని నైతము పేర్కొనవచ్చును.

నభోగోళతలమందున్న యొకమూర్తి స్థానమును గుర్తు పట్టుట యెట్లు? గదిలోనున్న ఒకనస్తుప్తస్థానమునుగాని భూతల మందున్న ఒకప్రదేశముయొక్క స్థానమునుగాని యేరితిని

గుర్తింతునో సరిగా సచేరిదిని సభోగోళతలమందున్న యొక మూర్తి స్థానమునుకూడ గుర్తింపవచ్చును.

15 వ చిత్రము క చ ట త అను గదినేలను సూచించు చున్న దనుకొందము. ఆగదిలో నేలమీద నొక చోట ప- అను వస్తువొకటి ఉన్నదగుండు భావితము. ప- అను ఆవస్తువుస్థాన



15 వ చిత్రము

మును నిర్దేశింపవలెనన్నచో క చ- అను ఉత్తరదక్షిణముల గోడకు అది యొన్ని అడుగుల దూరములోనున్నదో చెప్పిన చాలదు ; చ ట- అను తూర్పుపడమరల గోడనుంజిగుండు

అది యెన్ని అడుగుల దూరములోనున్నదో తెల్పవలెను. దీనిని బట్టి నిలువు, అడ్డము అను రెండు దిశలనుమాత్రమే కలిగి యున్న ప్రదేశమందున్న (ఇట్టి దానికి ద్విధావిస్తృత ప్రదేశ మని పేరు) ఒకవస్తువు స్థానమును నిర్దేశించుటకు రెండుకొలత లవసరమని మనకు వినితమగును.

భూతలముకూడ ద్విధావిస్తృతమే కాబట్టి భూతలముపై నొకపట్టణము లేదా ప్రదేశ మెక్కడనున్నదో తెల్పుటకుండు రెండుకొలతలు కావలెను. అందొకటి ఉత్తరదక్షిణముల కొలత ; రెండవది తూర్పుపడమరల కొలత. గదినేలయును, భూతలమునుగూడ ద్విధావిస్తృతములేయైనను, వాని తలముల స్వభావములో వ్యత్యాసమున్నది. గదినేల సమతలము ; భూతలము వక్రతలము. ద్విధావిస్తృతమైన సమతలములో నిలువు అడ్డముల కొలతలను ధైర్యమానములోను, వక్రతలములో

ఆకొలతలను కోణీయమానములను తెల్పుదురు. భూతలముపై ఉత్తరదక్షిణముల కొలతను రేఖాంశమువలనను తూర్పుపడమరల కొలతను అక్షాంశమువలనను మనము తెలిసికొందము.

ఇక సభోగోశతలముకూడ ద్విధావిస్తృతమే కాబట్టి అందున్న ఒకమూర్తిస్థానమును సరిగా నిర్ణయించుటకు రెండు కొలతలు కావలెను. భూతలమువలెనే సభస్తలముకూడ నక్రమపుగా నున్నది. అందుచేత భూమిపై ఒకప్రదేశముయొక్క స్థానమును నిరూపించు అక్షాంశ, రేఖాంశములను ఏరీతిగా కోణీయమానములలో పేర్కొందుమో ఆరీతిగనే సభోగోశతలమందున్న ఒకమూర్తిస్థానమును సూచించు కొలతలనుకూడ కోణీయమానములలోనే పేర్కొనిన యుక్తముగా నుండును. ఈవిషయమును చర్చించుటకుముందు కొన్ని సాంకేతికపదముల అర్థములను వివరించవలసియున్నది.

ఒక అవేక్షకునికి సరిగా నడునెత్తిని ఆకాశమందున్న బిందువునకు శీర్ష బిందువు అనిపేరు. శీర్ష బిందువునకు విముఖముగా సభోగోశమందున్న బిందువు పాదబిందువు. అవేక్షకునకు కానవచ్చుచున్న అర్ధసభోగోశమందుగాక రెండవ అర్ధసభోగోశమందు పాదబిందువుండును. కాబట్టి అవేక్షకునకు పాదబిందువు కనిపించదు. శీర్ష బిందువు, పాదబిందువు- రెండును కూడ ఊహాస్పృష్టములే. ఒకత్రాటికి బెడ్డునుకట్టి సమప్రదేశమున వ్రేలాడదీసిన చో ఆత్రాటినిశ శీర్ష పాదబిందువులదిశను సూచించును. అవేక్షకుని స్థానమును నిరూపించు బిందువునో శీర్ష బిందువును కలుపగా నేర్పడు సరళరేఖకు (ఇది శీర్ష పాద

నిండువులు దొరను సూచించునట్టి రేఖయే.) లంబముగానుండు నట్లు అనేకవిధానమును నిరూపించు బిందువునుండి ఒక సవరణమును నిర్వచింపజేసినచో అది సభోగోళమునొక వృత్తమున తాగును. ఆవృత్తమునకు సభోదిక్చక్రము అని పేరు. సభోదిక్చక్రమునకు పైనున్న సభోమూర్తులే అవేక్షకునకు కాన వచ్చును.

భూమ్యక్షమును ఉత్తరదక్షిణములుగా పొడిగించినపుడు ఆకాశము నది యెచ్చట ఖండించునో ఆరెండుబిందువులకును క్రమముగా సభఉత్తర, సభోదక్షిణ ధ్రువములని పేరు. ఈసభ ఉత్తర, సభోదక్షిణ ధ్రువములకు సమానదూరమున, వానిని కలుపుచున్న సరళ రేఖకు లంబతలమున నుండునట్లు సభోగోళము చుట్టును గీసిన వృత్తము సభోమధ్యరేఖను సూచించును. భూమధ్యరేఖాతలమును పొడుగించినయెడల అది సభోమధ్యరేఖయందే సభోగోళమును తాకును.

సభఉత్తర సభోదక్షిణ ధ్రువములను, ఒకప్రదేశము యొక్క శీర్ష పాదబిందువులను కలుపుచు గీసిన వృత్తమునకు యామ్యోత్తరవృత్తమని పేరు.

యామ్యోత్తరవృత్తము దిక్చక్రమును రెండుబిందువుల వద్ద కలియును. ఆబిందువులే ఉత్తర, దక్షిణబిందువులు. సభోమధ్యరేఖ దిక్చక్రమును కలియు బిందువులు ప్రాకృశ్చిమ బిందువులు.

సూర్యు డొక సంవత్సరకాలములో నక్షత్రముల ననుసరించి సభోవీధిని సంచరించిన ట్లగవడు వృత్తాకారమార్గమును క్రాంతివృత్తమని పేర్కొనియుంటిమి. క్రాంతివృత్తమును

సభోమధ్యరేఖయును ఒకదానికొకటి ఏటవాలుగా నున్నవి. నీ¹⁾ వాలు 23° 27'. సభోమధ్యరేఖయును క్రాంతివృత్తమును ఖండించుకొను బిందువులకు విషువత్తులని పేరు. వీనిలో దక్షిణమునుండి ఉత్తరాభిముఖుడై సంచరించుచున్నపుడు సూర్యుడు దానినట్టి విషువత్ బిందువునకు మేషానిబిందువనియును, ఉత్తరమునుండి దక్షిణాభిముఖుడై ప్రయాణము చేయుచున్నపుడాయన దానినట్టి విషువత్ బిందువునకు తులానిబిందువనియును పేర్లు. మేషానిబిందువును మేకకొమ్ముల ఆకృతినున్న ఏరిజ్ (r) అను గుర్తుచేతను, తులానిబిందువును తులాదండాకృతిగల లైబ్రా (♎) అను గుర్తుచేతను సాధారణముగా సూచించురు. క్రాంతివృత్తమార్గముతో బాగుగా ఉత్తరముననున్న బిందువునకు కటకాయన మనియును, బాగుగా దక్షిణముననున్న బిందువునకు మకరాయన మనియును పేర్లు.

ఇక గగనతలమున ఖగోళముల స్థానములను గుర్తించు టెల్లస్ పరిశీలించుము.

సభోమూర్తులస్థానములను గుర్తించుటకై అనేకపద్ధతులు ప్రచారములో నున్నవి. కాని వానిలో ఎక్కువ ముఖ్యమైనది డెక్లినేషన్-రైట్ ఎసెన్షియల్ పద్ధతి.

సభోగోళతలమందున్న x - అనునొకమూర్తిని (చూడు: చిత్రము- 16) గుర్తింపవలెననుకొందము. అందుకు ఉత్తర దక్షిణములుగా నొక కొలతయును, తూర్పునడమరలుగా నొక కొలతయును కావలయునుగదా ! x - అను ఆసభోమూర్తినుండి సభఉత్తర, సభోదక్షిణధ్రువములను కలుపుచు నొకపెద్ద వృత్తమును ఊహించుము. ఆ వృత్తము సభోమధ్యరేఖను M-

అను బిందువునంద్రి ఖండించుచున్న దనుకొందము. అప్పుడు Mx అను కోణీయదూరము ఆసభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ ను సూచించును. Px అను దూరము ఉత్తరధ్రువమునకును ఆసభోమూర్తికిని గల దూరమును వ్యక్తపరుచును. దీనికి ఉత్తరధ్రువ దూరమని పేరు.

సభోధ్రువముల ద్వారమునను, x అను ఆసభోమూర్తి ద్వారమునను పోవుచున్న $PxMP'$ అను వృత్తమును x అను సభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ వృత్తమని పేర్కొందురు. కాబట్టి డెక్లినేషన్ వృత్తముమీదుగా కొలిచినపుడు సభోమధ్య రేఖనుండి సభోమూర్తికిగల దూరమును ఆసభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ అని మనము నిర్వచింపవచ్చును.

సభోమధ్యరేఖకు ఉత్తరముననున్న సభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ ను దనసంజ్ఞ గలదిగను, దక్షిణముననున్న సభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ ను ఋణసంజ్ఞగలదిగనుపరిగణింతురు. N, S అను సంకేతముల మూలమునకూడ వానిని గుర్తించుట కలదు. 'రి' (డెట్రా) అను గ్రీకు అక్షరమును సాధారణముగా డెక్లినేషన్ కు సంజ్ఞగా వాడుదురు. సభోమధ్యరేఖమీది సభోమూర్తి డెక్లినేషన్ 0° ; ధ్రువముల దగ్గరి సభోమూర్తుల డెక్లినేషన్ 90° . సభోమధ్యరేఖకును ధ్రువములకును నడుమనున్న సభోమూర్తుల డెక్లినేషన్ లు 0° కను 90° కను నడుమగల విలువలను కలిగి యుండును.

డెక్లినేషన్ రైట్ ఎసెన్షియల్ పద్ధతిలో డెక్లినేషన్ అను నది సభోమూర్తియొక్క ఉత్తరదక్షిణముల కొలత. ఇక ఆసభోమూర్తి స్థానమును నిర్దిష్టముగా గుర్తింపగలుగుటకుగాను తూర్పు

పడమరల కొలత కావలసియున్నది. ఈతూర్పుపడమరల కొలతకే రైట్ ఎసెన్షన్ అనిపేరు. దీనిని మేపాదిబిందువునుండి తెక్కించురు. 16 వ చిత్రములో r - మేపాదిబిందువును సూచించును. M అనునది x అను సభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ వృత్తము సభోమధ్యరేఖను ఖండించుబిందువు. సభోమధ్యరేఖమీదుగా r, M లకు గల కోణీయదూరమునకే ఆసభోమూర్తియొక్క రైట్ ఎసెన్షన్ అని పేరు.

రైట్ ఎసెన్షన్ ను మరియొకరీతినిగూడ వివరించుటకు వీలుగలదు. సభోమధ్యరేఖమీదుగా కొలిచినపుడు మేపాదిబిందువుయొక్క డెక్లినేషన్ వృత్తమునకును, ఒక సభోమూర్తియొక్క డెక్లినేషన్ వృత్తమునకును గల కోణీయదూరమే ఆ సభోమూర్తియొక్క రైట్ ఎసెన్షన్. మేపాదిబిందువుయొక్క రైట్ ఎసెన్షన్ 0° అనుకొని దానినుండి తూర్పుదిశగా 360° వరకును కొలిచి, సభోమూర్తియొక్క రైట్ ఎసెన్షన్ ఎంతయో పేర్కొందురు.

ఒక సభోమూర్తియొక్క రైట్ ఎసెన్షన్ కొలతను అంశలలోగాక గంటలు నిమిషములలోకూడ పేర్కొనుట కలదు. ఒకరోజు 24 గంటలకు సమానము. సభోగోళము 24 గంటల కొక భ్రమణమును చేయును ; అనగా సది 24 గంటల కాలములో 360° అంశల మేరను, 1 గంటకాలములో $\frac{360}{24} = 15^\circ$ అంశల మేరను,చుట్టాను. కాబట్టి మేపాదిబిందువ్యారముగా పోవుచున్న డెక్లినేషన్ వృత్తము '0' గంటలకు నిరూపించుచున్నదనుకొన్నచో 15° తూ. డెక్లినేషన్ వృత్తము 1 గంటను, 30° తూ. డెక్లినేషన్ వృత్తము 2 గంట

లను,.... అట్లే వేర్వేరు డెస్లె నేషన్ వృత్తములు అయా కాలములను నిరూపించుచున్నవి భావించవచ్చును. అసగా 1 గంట పైట్ ఎసెన్షన్ గల సభోమూర్తి మేషాదిబిందువుకు 15 అంశల దూరమునను, 2 గంటల పైట్ ఎసెన్షన్ గల సభో మూర్తి మేషాదిబిందువుకు 30 అంశలదూరమునను,..... డెస్లె నేషన్ వృత్తముల నీరీతిగా గంటలలోకూడ వ్యక్త పరచుటకు వీలున్నది కాబట్టి వానిని హోరావృత్తము లని యును పేర్కొందురు.

మేషాదిబిందువుద్వారముగా పోవుచున్న డెస్లె నేషన్ వృత్తము అవేక్షకుడున్న ప్రదేశములోని యామ్యోత్తిరవృత్త మును చేకొనసప్పుడు కాలము 0 గంటలని (సక్షత్రకాలము) సాధారణముగా భావింతురు. భూభ్రమణమువలన డెస్లె నేషన్ వృత్తములు పశ్చిమముగా సంచరించుచున్నట్లు కనపడును. అందుచేత 1 గంట డెస్లె నేషన్ వృత్తము (అసగా 15° డెస్లె నేషన్ వృత్తము) మీది సక్షత్రముల్నియును 1 గంట సక్షత్రకాలమునకు యామ్యోత్తిరవృత్తముమీదికి వచ్చును. అట్లే 2 గంటల డెస్లె నేషన్ వృత్తముమీది సక్షత్రములన్ని యును 2 గంటల సక్షత్రకాలమునకును, 3 గంటల డెస్లె నేషన్ వృత్తముమీది సక్షత్రముల్నియును 3 గంటల సక్షత్రకాలము నకును,..... యామ్యోత్తిర వృత్తముమీదికి వచ్చును. ఇక అవేక్షకుడున్న ఒకప్రదేశమందు కాలము (సక్షత్రకాలము) 4 గంటలగునచో, 4 గంటల పైట్ ఎసెన్షన్ గల సక్షత్రము లన్నియును యామ్యోత్తిర వృత్తముమీదను, 3 గంటల పైట్

ఎసెన్షన్ గల సక్షత్రములు యామ్యోత్తరవృత్తమునకు 15° తూర్పునను, 2 గంటల లైట్ ఎసెన్షన్ గల సక్షత్రములు యామ్యోత్తర వృత్తమునకు 30° తూర్పునను, ఉండును. ఆసమయముననే 5 గంటల లైట్ ఎసెన్షన్ గల సక్షత్రములు యామ్యోత్తర వృత్తమునకు పడమరగా 15° దూరమునను, 6 గంటల లైట్ ఎసెన్షన్ గల సక్షత్రములు యామ్యోత్తరవృత్తమునకు పడమరగా 30° దూరమునను, ఉండును. కాబట్టి సక్షత్రకాలమును తెలియ జేయునట్టి గడియారమును, సక్షత్రపట్టికయును ఉన్నచో ఒక ప్రదేశమం దేసమయమున ఏసక్షత్రములు ఆకాశమం దేస్థానములో కనపడునో సులువుగా చెప్పవచ్చును.

మనము నిత్యము వాడుకొనుచుండు గడియారములు చూపు కాలమునకును, సక్షత్రకాలమునకును కొద్దివ్యత్యాసముండును. మనము వాడుకొనుగడియారములుచూపు కాలమునకు మాధ్యమసౌరకాలమునకు.

మేషాదిబిందువునకును, ఒకసక్షత్రమునకును గల దూరములోగాని, ఆసక్షత్రమునుండి సభోమధ్యరేఖదూరములోగాని భూభ్రమణ, పరిభ్రమణములవలన మార్పురాదు. అందుచేత సక్షత్రములయొక్క డెక్లినేషన్, లైట్ ఎసెన్షన్ లు స్థిరముగ నేయుండును. కాని అయిన చలనమువలన మేషాదిబిందు స్థానములో మార్పువచ్చునుకా బట్టి ఒక సక్షత్రముయొక్క లైట్ ఎసెన్షన్ కొలతలో కాలము గడచినకొలదియు అత్యల్పమైన మార్పు సంభవించునని గ్రహింపవలెను.

నక్షత్రరాసులు

నక్షత్రములు ఆకాశమందంతటను సమానముగా వ్యాపించిలేవు; ఒకచోట దట్టముగను, వేరొకచోట పల్చుగను అవి యున్నవి. అవి సమానతీక్షణతతోకూడ ప్రకాశించుట లేదు ; వానిలోకొన్ని ఎక్కువదీప్తిమంతములై యున్నవి ; మరికొన్ని అత్యల్ప తేజోవంతములైయున్నవి. నక్షత్రములను వరుసగా కొన్ని నెలలో, దినము-గో పరిశీలించినయెడల, భూభ్రమణ, పరిభ్రమణములవలన వానిస్థానములలో సదా మార్పు వచ్చుచున్నను, వానిసాపేక్షస్థానములలోమాత్ర మెట్టి మార్పు మనకు గోచరము కాదు. గదిలో నీలిరంగుపూసినగోడపై చేతివ్రేళ్ళతో సున్నమును చిలికినట్లయిన చుక్కలు చుక్కలుగా నది గోడపై పడును. ఆచుక్కలకేసి తదేకధ్యానముతో కొంతసేపు చూచినయెడల వానిలో కొన్ని చిన్నవి, కొన్ని పెద్దవి యున్నటులను, అవి యన్నియు సమానముగా వ్యాపించి యుండనటులను, కొన్నికూటములుగా నవి అమరియుండి కొన్ని అకారములను స్ఫురింపజేయుచున్నటులను మనకు న్యక్తమగును. ఆకాశములో నక్షత్రములను పరిశీలించిననుకూడ ఒక్కొక్కప్రాంతమందున్నవి చేరి భూమిపై మనకు పరిచితములైన ఆకారములుగా- మనుజుని ఆకారము, సింహాకారము, త్రిభుజాకారమునంటివి- నేర్పడినటుల స్ఫురించును. ఇట్టి ఆకారములుగా నేర్పడిన నక్షత్రసమూహములకే నక్షత్రరాసులని పేరు. భూమిమీదియొక పట్టణమును గుర్తించుటకు ఆపట్టణమున్న దేశము, మండలము ఎట్లు సాయపడునో అరీతిగనే యొక

సక్షత్రమును గుర్తుపట్టుటకు ఆసక్షత్రమున్న సక్షత్రరాశి విశేషముగా నోడ్పును.

సక్షత్రములను రాసులుగా నేర్పరచుటలో పౌరాణిక గాథలను ప్రాతిపదికగా ప్రాచీనులు స్వీకరించిరి. ఉదాహరణమునకు కచదేవయోగగాథను సంబంధించిన కచుడు, దేవయోగి, శక్తిప్రభు, పూరుడు మున్నగు రాసులన్నియును వరుసగా ఆకాశరంగమున నేర్పాటుచేయబడినవి. సునీతి కుమారుడు పరమేశ్వరునిగూర్చి ఘోరతప మాచరించి, సుస్థిరమైన ధ్రువ పదమును బొందుట, మత్స్యగంధి వృత్తాంతము,.....ఆదిగా గల అనేకములు గగనతలమున మనకు నోచరమగును. అట్లే గ్రీకు పౌరాణికగాథలకును సక్షత్రరాసులకును సమన్వయము కుదుర్పవచ్చును. కాబట్టి పౌరాణికగాథలను సూచించు బొమ్మల పుస్తకముగా ఆకాశతలమును ప్రాచీనులు వినియోగించుకొని రని మనము భావించినను భావింపవచ్చును.

పైని పేర్కొనినట్లు ప్రాచీను లేర్పరచిన సక్షత్రరాసులు సక్షత్రములను గుర్తుపట్టుటకు హెచ్చుగా నోడ్పునుటలో సందేహములేదు. కాని వారి సక్షత్రరాసుల సరిహద్దులు అంతగా నిర్దిష్టములుగావు ; పైగా ఒకదేశమువారి సక్షత్రరాసులకును వేరొకదేశమువారి సక్షత్రరాసులకును వ్యత్యాసములున్నవి. ఖగోళవిజ్ఞానము బాగుగా పెంపొంది, అంతర్జాతీయ ఖ్యాతిని కూడ పొందినతరువాత ఇట్టి సందిగ్ధత కొరతగినది కాదుగదా ! అందుచేత 1928 వ సంవత్సరములో అంతర్జాతీయపు రోడంబజికవలన సక్షత్రముల నన్నిటిని 88 రాసులుగా శాస్త్రజ్ఞు లేర్పరచి, యేయే సక్షత్రరాశి ఆకాశమం దేయే

అక్షాంశ, రేఖాంశముల మధ్య వ్యాప్తమై యున్నదో నిర్దేశించిరి. అంతేగాక ఒక్కొక్క నక్షత్రరాశిలోనున్న వేర్వేరు నక్షత్రములను వాని దీప్తుల ననుసరించి క్రమముగా ఆల్ఫా, బీటా, గామా, డెల్టా,.....మున్నగు గ్రీకుఅక్షరములతో చేర్చి పిలుచుటను ఆచరణలో పెట్టిరి. టారస్ రాశిలో మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన ఆల్ఫిబెరాన్ నక్షత్రమునకు ఆల్ఫాటారై అనిపేరు. అయితే అత్యధిక దీప్తిమంతములైన కొన్ని ప్రత్యేకనక్షత్రములను, ఉదాహరణమునకు ఆల్ఫాకేన్ మెజోరిస్, ఆల్ఫాలైరై, బీటాబరయానిస్ మున్నగు వానిని ఈపేర్లతోపాటు (ఈపేర్లు ఆల్ఫా, బీటా, గామా మున్నగు ఉపపదములతోకూడిన నక్షత్రరాసుల నామములు.) వాని ప్రత్యేక నామములు అనగా సిరియస్, వేగా, రిగెల్ మున్నగుపేర్లతోకూడ వ్యవహరింతురు. మిక్కిలి తక్కువ దీప్తిమంతములైన నక్షత్రములను అవి యే నక్షత్రరాశికి చెందినవో ఆనక్షత్రరాశి నామముతో ఒక అంకెనుచేర్చి పిలుతురు. ఉదాహరణమునకు '27 కేనిస్ మెజోరిస్' అనునది కేనిస్ మేజర్ రాశిలో దీప్తి క్రమమున 27 వ నక్షత్రము. తక్కువ దీప్తిమంతమైన మరికొన్ని నక్షత్రములను ఆనక్షత్రముల నెవ రవేక్షించి పట్టిక కెక్కించినో ఆ యవేక్షకుని పట్టికాసంఖ్యతో వ్యవహరించుటయును గలదు. ఉదాహరణమునకు 'వూల్పు 359' అనునది వూల్పు శాస్త్రజ్ఞుడు తయారుచేసిన నక్షత్రపట్టికలో 359 వ నక్షత్రము. ఇక విలక్షణమైన కొన్నిప్రత్యేక నక్షత్రములను ఆనక్షత్రముల నెవ రవేక్షించి యనుశీలించినో వారిపేరు పిలుతురు. అత్య

ధిక వేగముగల బార్బాడ్స్ నక్షత్రము. హెచ్చద్రవ్యమయమైన పియస్స నక్షత్రము, శ్వేతవామనతారమైన ఫాన్ మేనన్ నక్షత్రమును ఇట్టివే.

పెద్దపెద్ద పట్టణములలో ఏదైన నొకఁగిల్లు ఎక్కడ నున్నదో తెలిసికొనుటకు అది యేపేటలో, ఏవీఫోలో నున్నదో, దాని 'నెంబ' రెంజీలో తెలియుట యెఱుఁగముఖ్యమో ఆరీతిగనే ఆకాశమందున్న ఒక నక్షత్రమును సులువుగా గుర్తుపట్టుటకు అది యేనక్షత్రరాశికి చెందినదో, దీప్తిక్రమమునుబట్టి దాని పేరేమిటో, దాని రైట్ ఎసెన్షన్ డెక్లినేషన్లు ఎంతెంతయో మున్నగు విషయముల పరిజ్ఞానముకూడ చాల అవసరము.

నక్షత్రరాసులను, ఆనక్షత్రరాసులలోని ముఖ్యమైన నక్షత్రములను గుర్తుపట్టుటకు సులభమైన విధానము యామ్యోత్తర వృత్తమును దాటునట్టి సమయములో ఆయా నక్షత్రరాసులను నక్షత్రపటముల సాహాయ్యమున ననుశీలించుట. భూమిపై నొకప్రదేశముయొక్క స్థానమునం దెంతకాలమైనను నెట్టిమాపును భూతలముపైనున్న యొక అవేక్షకునకు కానరాదు. అందుచేత ఒకప్రదేశముయొక్క అక్షాంశరేఖాంశము లెల్లప్పుడు స్థిరముగనే యుండును. కాని భూభ్రమణ పరిభ్రమణములవలన నక్షత్రముల స్థానములలో సదా మార్పువచ్చుచుండును. కాబట్టి నక్షత్రముల డెక్లినేషన్ రైట్ ఎసెన్షన్లు స్థిరముగనే యుండునట్లేర్పాటుచేయబడినను, అక్షాంశరేఖాంశములు తెలిసినపుడు భూగోళపటసాహాయ్యమున నొకప్రదేశమును సులువుగా గుర్తుపట్టగలిగినట్లు భూగోళపటసాహాయ్యమున నక్షత్రములను గుర్తుపట్టలేము. అందులకై నక్షత్రరాసు

లను గుర్తుపట్టుటను నేర్చుకొనసంకల్పించినవారు అనుచినమును రాత్రి 8-10 గంటలమధ్య యామ్యోత్తర వృత్తమును దాని నక్షత్రరాసులను అనుశీలించినచో ఒకసంవత్సరకాలములో వారున్నప్రదేశములో కనపడు నక్షత్రరాసుల సన్నిధిని గుర్తుపట్టుట వారికి తెలియును. 2, 3 పటములలో ముఖ్యమైన నక్షత్రరాసులు, వాని డెక్లినేషన్ రైట్ఎసెన్షన్లు పొందుపరచడమైనది. పటముల దిగువను పేర్కొనబడిన నెలలనుబట్టి ఆయా నెలలకెదురుగానున్న రైట్ఎసెన్షన్లుగల నక్షత్రములు ఆయా నెలలలో రాత్రి 9 గంటలప్రాంతమున యామ్యోత్తర రేఖపై నుండునని తెలియనగును. ఒకనక్షత్రముయొక్క డెక్లినేషన్ క- అంశ లయియుండి, అవేక్షకుడా నక్షత్రమును చ- అంశల అక్షాంశప్రదేశమునుండి అనుశీలించుచున్నయెడల, యామ్యోత్తరరేఖపై నున్నపుడా నక్షత్రము శీర్షబిందువునకు (చ- క) అంశల దూరమున కనపడును. (చ- క) విలువ ధనరాశియైనచో ఆనక్షత్రము శీర్ష బిందువునకు దక్షిణమునను, ఋణరాశియైనచో నది శీర్ష బిందువునకు ఉత్తరమునను గోచరమగును.

నక్షత్రరాసులను సాధారణముగా ఉత్తరమండల నక్షత్రరాసులు, క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్రరాసులు, దక్షిణమండల నక్షత్రరాసులని మూడువర్గములుగా విభజింతురు. పరిధ్రువ నక్షత్రరాసులు, క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్రరాసులు, సభోమధ్యరేఖామండల నక్షత్రరాసులని మరియొక తీరునకూడ వానిని వర్గీకరించుట కలదు.

భూమి గోళాకారమున నుండుటచేత ఉత్తరధ్రువప్రాంతమువారికి ఉత్తరధ్రువసక్షత్రము నడునెత్తిమీద కానవచ్చి, సభోమధ్యరేఖకు ఉత్తరమందున్న సక్షత్రములుమాత్రమే గోచరములగును. వారికి కన్నకు సక్షత్రము లివి మాత్రమే. వీనికి ఉదయాస్తమయములు లేవు ; రాత్రికాలమం దెప్పుడు చూచినను ఇవి ప్రత్యక్షమగును. భూమి ధ్రువసక్షత్రదిశగానున్న తనయక్షముపై 24 గంటల కాలములో నొకసారి భ్రమించుచుండుటవలన సీప్రాంతమందలి ప్రతి సక్షత్రమును దిక్చక్రమునకు సర్దిప్టమైన కొంత యెత్తులోనుండి ధ్రువసక్షత్రముచుట్టును అపసవ్యదిశలో ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నట్లు అభివ్యక్తమగుచున్నది. అందువలన ఉత్తరధ్రువమనుండి చూచినపుడు కాననగు ప్రతినక్షత్రమను పరిధ్రువసక్షత్రము.

ఉత్తరధ్రువమునుండి చూచినపుడు కన్నకు ఆకాశదృశ్యమునకు సాదృశ్యమైన దృశ్యమే దక్షిణధ్రువమనుండి యవలోకించినపుడు కాననగును. దక్షిణధ్రువప్రాంతస్థులకు దక్షిణధ్రువబిందువునకు చేరువగానున్న సిగ్మా ఆప్టాన్ టిస్ ఇంచుమించుగా నడునెత్తిమీదను, సభోమధ్యరేఖకు దక్షిణమందున్న సక్షత్రములు దానిచుట్టును సవ్యదిశలో ప్రదక్షిణమొనర్చుచునుగోచరించును. అందుచే నవి యన్నియునుకూడ పరిధ్రువసక్షత్రములే. వీనికిని ఉదయాస్తమయములుండవు. దిక్చక్రమునకు సమీపమందున్న సక్షత్రములు దిక్చక్రమునకు సమాంతరముగానున్న వర్తుల మాగ్గమునను, బాగుగా ఎత్తుననున్న సక్షత్రములు సిగ్మాఆప్టాన్ టిస్ చుట్టు చిన్న వృత్తాకార

మార్గమునను సంచరించుచు రాత్రికాలము దేసమయమున నవేక్షించినను ప్రత్యక్షమగును.

ధ్రువములనుండి చూచినపుడు కాననగు ఆకాశదృశ్యము నకును భూమధ్యరేఖనుండి చూచినపుడు కానంబడు నా దృశ్యమునకును హెచ్చవ్యత్యాస మున్నది. ధ్రువమునుండి చూచినపుడు అదియున్న సభోగోళార్థభాగమందలి సక్షత్రములు మాత్రమే కంటబడునుగాని భూమధ్యరేఖనుండి చూచినపుడు సక్షత్రరాసు లన్నియును ప్రత్యక్షమగును. కాని వీనిలో నొక సక్షత్రమునకూడ పరిధ్రువసక్షత్రముకాదు. అందుచేత నివి యన్నియును ఉదయించి, అస్తమించుచుండును. ఆకాశములో రాత్రికాలమందంతయును సాధారణముగా నివి గోచరములు కావు. ఇక్కడినుండి చూచినపుడు ధ్రువసక్షత్రములు నడు నెత్తిసిగాక దిక్చక్రమున ప్రత్యక్షము లగును.

ఆంధ్రదేశము భూమధ్యరేఖ కుత్తరమున రమారమి 12-20 అక్షాంశములనడుమ వ్యాపించియున్నది. కాబట్టి మన దేశములో ఏప్రదేశమునుండియైనను చూచినపుడు దిక్చక్రమునకు కొంచెముఎత్తుగా ధ్రువసక్షత్రము కనపడును. ఇక ఇక్కడప్రత్యక్షమగు సక్షత్రములలో చాలతక్కువ సక్షత్రములు మాత్రమే పరిధ్రువ సక్షత్రములు ; మిగిలినవన్నియును ఉదయాస్తమయములు గలవియే. రమారమి 70 దక్షిణఅక్షాంశ రేఖవరకును వ్యాపించియున్న సక్షత్రములన్నియును మనకగ పడును.

పై వివరణనుబట్టి ఒకప్రదేశమున కన్నపు సక్షత్రము లకును వేరొక ప్రదేశమున నగపడు సక్షత్రములకును వ్యత్యాస

మున్నదని న్యక్తమగును. పరిధ్రువనక్షత్రములసంఖ్య అవేక్షకస్థానముపై నాధారపడియుండును. ఏనక్షత్రముయొక్క-ధ్రువదూరము అవేక్షకస్థానఅక్షాంశముకంటె తక్కువగ నుండునో ఆప్రదేశమున నదియే పరిధ్రువ నక్షత్ర మగుచుండును కాబట్టి అవేక్షకస్థానఅక్షాంశము తగ్గినకొలదియు నక్కడనుండి చూచినపుడు ప్రత్యక్షమగు పరిధ్రువనక్షత్రములసంఖ్యకూడ తగ్గును. ఇక అవేక్షకస్థానము భూగోళమం దేయర్ధగోళమున నేయక్షాంశమందున్నదో నభోగోళమునందు రెండవఅర్ధభాగమున అన్ని అంశలకంటె తక్కువధ్రువదూరముగల నక్షత్రములు కనపడవు. ఉదాహరణమునకు 30 ఉత్తరఅక్షాంశమునుండి అవేక్షించినపుడు దక్షిణ నభోఅర్ధగోళమందలి 30 అంశలలోపు ధ్రువదూరముగల నక్షత్రములు తప్ప మిగిలిన నక్షత్రములన్నియును గోచరించును. అట్లే 20 దక్షిణ అక్షాంశమునుండి ఆకాశమును వీక్షించినపుడు ఉత్తర నభోఅర్ధగోళమందలి 20 అంశలలోపు ధ్రువదూరముగల నక్షత్రములు తప్ప మిగిలిన వన్నియు ప్రత్యక్షమగును.

భూమిసూర్యునిచుట్టును తిరుగుచున్న మాగ్నమునకు, లేదా ఆకాశములో సూర్యుని దృశ్యమాగ్నమునకు క్రాంతివృత్తమని పేరుగదా ! ఈక్రాంతివృత్తమునుండి కొద్దిఅంశలమేర ఉత్తర దక్షిణములుగా విస్తరించియున్న మండలమే క్రాంతివృత్తమండలము. సూర్యుడేగాక గ్రహములును చంద్రుడునుకూడ ఈ మండలమందే సంచరించుచున్నట్లుగపడుదురు. ఈమండలమందలి నక్షత్రరాసులకు క్రాంతివృత్తమండలరాసులని పేరు.

అశ్వనినుండి శేనశివరకనుగల 27 నక్షత్రములును ఈ భాగమందే యున్నవి. అశ్వని, భరణి మున్నగు నక్షత్రములు సామాన్యముగా ఏకనక్షత్రములుకావు ; కొన్ని నక్షత్రములచేరికచేసవి యేర్పడినవి. అందుచేత ఒక్కొక్క నక్షత్రము ఆకాశములో కొంతమేరవరకును వ్యాపించియుండును. ఇట్లు ఒక్కొక్క నక్షత్రము వ్యాపించియున్న ప్రదేశమును స్థూలముగ నాలుగు భాగములుచేసి, ఆ భాగములను పాదములని పేర్కొనిరి. ఇట్టి పాదములను తొమ్మిదింటిని చేర్చినయెడల ఒకనక్షత్రరాశి యగును. అశ్వినీనక్షత్రముయొక్క నాలుగుపాదములు, భరణీనక్షత్రముయొక్క నాలుగుపాదములు, కృత్తికానక్షత్రముయొక్క మొదటిపాదము చేరి మేషరాశి యగును ; కృత్తికానక్షత్రముయొక్క మిగిలిన మూడుపాదములు, రోహిణీనక్షత్రముయొక్క నాలుగుపాదములు, మృగశిరానక్షత్రముయొక్క మొదటి రెండుపాదములుచేరి వృషభరాశి యగును. ఇట్లే మేషాది ద్వాదశరాసులును ఆయానక్షత్రపాదముల చేరికచే నేర్పడుచున్నవి.

అంతర్జాతీయ ఖగోళవిజ్ఞానసమితివారి 1928 వ సంవత్సరపు బడంబడిక ప్రకారము మొత్తము నక్షత్రరాసులసంఖ్య 88 గదా! వానిలో 28 ఉత్తరమండల నక్షత్రరాసులు; 12 క్రాంతి వృత్తమండల నక్షత్రరాసులు ; 48 దక్షిణమండల నక్షత్రరాసులు. ఈదిగువ పట్టికవలన ఆనక్షత్రరాసుల పేర్లను తెలిసికొనవచ్చును. ఆతరువాతిపుటలలో ఆనక్షత్రరాసులలో ముఖ్యమైనవానిని గుర్తించువిధానము వివరించుటయైనది.

ఉత్తరమండల నక్షత్రరాసులు. (26)

1 ఏంజొమిడా	15 హెక్కులస్
2 ఏక్విలా	16 లాసెట్టా
3 ఆరిగా	17 లియోమైనర్
4 బూటెస్	18 లిన్ క్ష
5 కేమెలో పర్థాలిస్	19 వైరా
6 కేనెస్ వెనాటిసి	20 ఒఫియూఖస్
7 కేసియోపియా	21 పెగాసస్
8 సెషియస్	22 పెర్నియస్
9 కోమా బెన్ నె సెస్	23 సగిట్టా
10 కొరొనా బారియాలిస్	24 సర్ఫెన్సు
11 సైగ్నస్	25 ట్రయాంగ్యులమ్
12 డెల్ఫినస్	26 అర్నా మేజర్
13 డ్రేకో	27 అర్నా మైనర్
14 ఈక్వూలియస్	28 వుల్ పెక్కులా

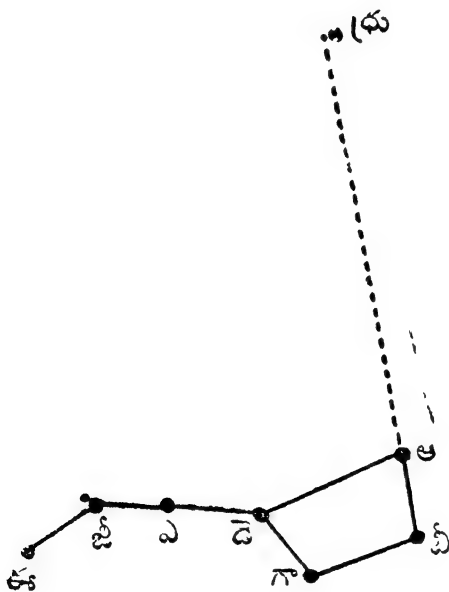
క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్రరాసులు. (12)

1 ఎక్వేరియస్	7 లైబ్రా
2 ఏరీజ్	8 పిసిజ్
3 కేన్సర్	9 సగిటేరియస్
4 కేప్రికార్నస్	10 స్కార్పియస్
5 జెమిని	11 టారస్
6 లియో	12 వర్గో

దక్షిణమండల నక్షత్రరాసులు. (48.)

1 ఏన్జ్లియా	25 లెపస్
2 ఏపస్	26 ల్యూపస్
3 ఏరా	27 మెకసా
4 కేలమ్	28 మైక్రోస్కోపియం
5 కేనిన్ మేజర్	29 మోనోసెరాస్
6 కేనిన్ మైనర్	30 మస్కా
7 కర్వేనా	31 నార్తా
8 సెంటూరస్	32 ఆక్టాన్సు
9 సీటస్	33 బరయన్
10 కెమిలియాన్	34 పేహా
11 సన్నిపస్	35 ఫీనిక్సు
12 కొలంబా	36 పిక్టర్
13 కొరొనా ఆప్టినా	37 వైసిస్ ఆప్టినస్
14 కార్వస్	38 ఫ్యూషిస్
15 క్రేటర్	39 వైక్సిస్
16 క్రక్సు	40 రెటిక్యులమ్
17 డోరేడా	41 స్కోల్ప్టర్
18 ఎరిడేనస్	42 స్కూటమ్
19 ఫర్నాక్సు	43 సెక్స్టాన్సు
20 గ్రస్	44 టెలిస్కోపియమ్
21 హోరొలారియమ్	45 ట్రయాంగ్యులమ్ ఆప్టేరి
22 హైడా	46 ట్యూకానా
23 హైడ్రస్	47 వేలా
24 ఇన్డస్	48 వోలక్సు

ఉత్తరార్ధగోళమందున్నవారికి సామాన్యముగా సంవత్సరము పొడువునను కననగు నక్షత్రరాశి సప్తస్థిమండలము. సులువుగా గుర్తుపట్టగలిగినవికూడ ఇదే. ఈనక్షత్రరాశిని గుర్తుపట్టుటను బాగుగా నేర్చుకొన్నచో మిగిలిన నక్షత్రరాసులను సులభముగ తెలిసికొనవచ్చును. ఇది అర్సామేజర్ అను నక్షత్రరాశిలో భాగము.



17 వ చిత్రము

ధు—ధ్రువనక్షత్రము

ఆ—ఆల్ఫా (క్రితువు)

బీ—బీటా (పులహుడు)

గా—గామా (పులస్త్యుడు)

డె—డెల్టా (అత్తి)

ఎ—ఎప్సిలాన్ (అంగీరనుడు)

జీ—జీటా (వసిష్ఠుడు)

ఈ—ఈటా (మరీచి)

ఆకాశమం దుత్తరభాగములో చతుర్స్రాకారపు శీర్ష
బిందువులందు నాలుగుసక్షత్రములును, ఆసక్షత్రములకు తోకగా
మూడు సక్షత్రములును మొత్తము ఏడు కాంతిమంతమైన
సక్షత్రములు కనపడును. ఈయేడుసక్షత్రములకే సప్తర్షి
మండలమని పేరు. చతుర్స్రాకారపు శీర్షబిందువులందున్న
నాలుగు సక్షత్రములకును వరుసగా ఆల్ఫా (క్రతువు), బీటా
(పులహుడు), గామా (పులస్త్యుడు), డెల్టా (అశ్వి) అనిపేర్లు.
తోకలోనున్న సక్షత్రములకు తోక మొదటినుండి వరుసగా
ఎస్పిలాన్ (ఆంగీరసుడు), జీటా (వృషుడు), ఈటా (మరీచి)
అనిపేర్లు. తోకలో మధ్యనున్న వర్షిసక్షత్రమునకు ప్రక్కగ
మినుకు మినుకుమచుచు నుండు చిన్నసక్షత్రమే అరుంధతి.
అరుంధతీవృషులను జంటతారలని పూర్వ లభిప్రాయపడిరి.
వివాహసమయములో నూతనదంపతులకు చూపించునట్టి జంట
యిదే. ఒకదాని నొకటి యెడబాటుక సంపించుచున్నట్లుగ
పడుచున్న ఆ అరుంధతీవర్షి సక్షత్రములకు హైందవపౌరా
ణికులు దాంపత్యము నానోపించి, ఆపురాణదంపతులు కల
కాలమునుండియు నొకరినొక రనుసరించి యెల్లనుగుణముగా
ప్రవర్తించుచుండిరో ఆరీతిగనే యీ నూతన దంపతులుకూడ
తమ దాంపత్యజీవితమును గడపవలయునను మహాదాదర్శముతో
నాజంటను వివాహసమయమున చూపించుచుందురు.

సప్తర్షి మండలమును 'బిగ్ డిప్పర్' అని అమెరికాదేశీ
యులును, 'ప్లా' అని ఆంగ్లేయులును వ్యవహరింతురు. అర్చా
మేజర్ రాశినంతటిని కలిపి 'గ్రేట్ బేర్' అను దానిఆంగ్లేయ
పర్యాయపదముతో కొందరు పేర్కొనుచుందురు.

సప్తర్షి మండలములోని బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రములు రెండింటికిని సూచికలనిపేరు. బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రములను కలుపునట్టి రేఖను బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రముల నడిమిదూరమునకు రమారమి అయిదురెట్లుదూరము బీటా ఆల్ఫా దిశగా పొడిగించినచో నది ఆకాశములో ఉత్తరముననున్న మరియొక నక్షత్రము ప్రక్కనుండి దూసికొనిపోవును. అదియే ధ్రువనక్షత్రము. ఉత్తానపాదుని తనయుడైన ధ్రువుడు శ్రీమన్నారాయణునిగూర్చి ఘోరమైనతప మాచరింపగా భగవంతుడు మెచ్చి, ఆకాశమం దుత్తరధ్రువపదము నలంకరించి మహోజ్వలదీప్తితో నెలుగొందుచు చిరకాలము స్థిరముగా నుండునట్లాయనకు వరమిచ్చె ననియును, తదనుగుణముగనే ఆకాశములో కలకాలమునుండి నెలుగొందుచు ధ్రువనక్షత్ర మున్నదనియును, నక్షత్రము లన్నిటివలె వినువీధిని సంచరింపక నది స్థిరముగా నున్నదనియును మన వేదములందున్నది. ఈకథ వేదద్వీల కల్పనాశక్తికి ప్రబల నిదర్శనము. నక్షత్రము లన్నియును సంచరించుచున్నట్లు ధ్రువనక్షత్రము గగనవీధిని ప్రయాణము చేయక స్థిరముగానుండుట కొంతవరకు నిజమే ; కాని పూర్తిగా సత్యముగాదు. పైగా అది స్థిరముగా నుండుటకు కారణము భగవంతుని వరముకాదు. భూమ్యక్షమును ఉత్తరదిశగా పొడిగించినచో అది ఆకాశము నెక్కడచేసినో ప్రస్తుతము ధ్రువనక్షత్రము ఇంచుమించు అక్కడనే యున్నది. భూమి తన యక్షముపై భ్రమించుచుండుటచేతనే నక్షత్రములను వైవిధ్య చలనము కలుగుచున్నది కాబట్టి భూమ్యక్షదిశలో ఆకాశమం

దున్న సక్షత్రములకు భ్రమణగతి యుండదు ; అవి స్థిరముగ నున్నట్లుగనే కనపడును. స్థూలదృష్టికి ధ్రువసక్షత్రము స్థిరముగ నున్నట్లుగపడునుకాని సూక్ష్మముగా నవేక్షించినచో నది కూడ భ్రమణగతికి లోనైయున్నట్లును, అత్యల్పవ్యాసార్థము గల వర్తుల మాగ్నమున భ్రమించుచున్నట్లులను వ్యక్తమగును. సభోత్తరధ్రువమునకు రమారమి $11\frac{1}{4}$ అంశలదూరముతో ప్రస్తుతము ధ్రువసక్షత్ర ముండుటయే అందుకు కారణము.

ధ్రువసక్షత్రమును జాగ్రత్తగా అవేక్షించినయెడల అది యొక సక్షత్రరాశికి చెందినదని వ్యక్తమగును. ఈ సక్షత్రరాశి సన్నని మండలమును పోలియుండును. దీనికి అర్సానైసర్ అనిపేరు. ఈసక్షత్రరాశియందుకూడ చతురస్రాకారపు శీర్షము లందు నాలుగు సక్షత్రములును, ఆసక్షత్రములకు లోకవలె మూడుసక్షత్రములును ఉండును. ఈమూడు సక్షత్రములలో చివరిసక్షత్రమే ధ్రువును. ఆరాశిలోని సక్షత్రములందెల్ల మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన సక్షత్ర మదియే.

ఆకాశములో అర్సానైసర్ వ్యాపించియున్నంత ఎక్కువ ప్రదేశమునకు అర్సానైసర్ విస్తరించియుండలేదు. పైగా వీనిలో నొకటి తలక్రిందుగా నున్నపుడు రెండవది నిలువుగా నుండి, వాని లోకభాగము లెల్లపుడును ఒకదాని కొకటి విముఖదిశలోనే విస్తరించియుండును.

అర్సానైసర్ సక్షత్రరాశిని, ధ్రువసక్షత్రమును గుర్తించుటను బాగుగా తెలిసికొననశిష్యులు ఆకాశమం దుత్తరభాగ మందలి యితరసక్షత్రరాసులను గుర్తించుట కడు సులభము.

అర్నామేజర్, అర్నామేసర్ రాసులు రెండింటికీని నడుమ నున్న నక్షత్రములు జ్యోతిరాశికి చెందినవి. ఇవి బీటా అర్నామేజోరిస్ కును ధ్రువనక్షత్రమునకును ఇంచుమించు మధ్యనుండి అర్నామేసరురాశిలో చతురస్రాకారపు శీర్షములందున్న నక్షత్రముల దిశగా బొగుగాపైకి వ్యాపించి, అక్కడనుండి ధ్రువతారవైపునకు పెద్దవంపు తిరిగి, మరల ధ్రువతారకు విముఖదిశగా హెక్ట్యులస్ రాశివైపునకు విస్తరించియున్నవి. ఆంగ్లభాషలోని 'S' అను అక్షరమును కుడియెడమలు తాటా మారుచేయగా నేర్పడు ఆకారమున ఈరాశి యున్నది.

సప్తర్షి మండలములో సూచికలను కలుపురేఖను ధ్రువ నక్షత్రమువైపునకు, ధ్రువనక్షత్రమును దాటి యింకను మీదికి పొడిగించినచో, W- ఆకారమందున్న 5 పెద్దనక్షత్రముల దరి నుండి అది పోవును. ఈ నక్షత్రములగుంపే కాసియోపియా రాశి. ధ్రువనక్షత్రమున కొకవైపున సప్తర్షి మండలమును, దానికి విముఖదిశలో కాసియోపియారాశియును, ధ్రువనక్షత్రమునకు సమానదూరమందున్నవి. కాసియోపియారాశిలో W- ఆకారమున చేరియున్న అగుదు నక్షత్రములను 'కాసియోపియాయొక్క కుర్చీ' యని పేర్కొందురు.

కాసియోపియా నక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రములన్నియును భూమికి సమానదూరములో లేవు. కాసియోపియా నక్షత్ర రాశిలోని మాత్రమే గాక మరియెంతైననక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రములనుకూడ సామాన్యముగా భూమికి సమానదూరమున నుండవు. కంటియొక్క దృష్టిలోపమువలన మిక్కిలి

ఎక్కువదూరమందున్న వస్తువులన్నియు సమానదూరమందున్నట్లు గోచరించును. తదనుగుణముగనే కాసియోపియా నక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రము లన్నియు భూమికి సమానదూరమందున్నట్లుగపడి ఏకతలమందున్న యొక ఆకారమును స్ఫురింపజేయుచున్నవి. కాని యీ నక్షత్రరాశిలోని నక్షత్రములలో ఒక్కొక్కటి ఒక్కొక్క పరిమాణముగల వేగముతో సంచరించుచుండుటవలన శతాబ్దములు, సహస్రాబ్దములు గడచునప్పటికి ఈరాశి ఆకారములో మార్పునచ్చుట తథ్యము.

కాసియోపియారాశిని శర్మిష్ఠరాశియని హిందువులు వ్యవహరింతురు.

సప్తర్షి మండలములోని బీటా ఆల్ఫా నక్షత్రముల దిశలోనే కాసియోపియా నక్షత్రరాశినిదాటి, కాసియోపియారాశి ధ్రువనక్షత్రమున కెంతదూరమందున్నదో ఇంచుమించు అంత దూరము మనదృష్టినిప్రసరించినచో ఏండ్రోమిడారాశివచ్చును. ఈఏండ్రోమిడారాశిలోని మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము పెగాసస్ రాశిలో చతురస్రముయొక్క శీర్షికలందున్న నాలుగు నక్షత్రములలో నొకటి. దీనికి ఆల్ఫా ఏండ్రోమిడి యనిపేరు. ఈనక్షత్రరాశికే చెందిన బీటా, గామా అను మిక్కిలి దీప్తిమంతములైన రెండునక్షత్రములును ఆల్ఫా ఏండ్రోమిడినుండి ఒకేదిశగా వ్యాపించియున్నవి. గామా ఏండ్రోమిడికి ఆల్ఫాకు అని మరియొక నామము గలదు. ఇది చక్కని జంటతార. బీటా ఏండ్రోమిడికిని, బీటా కాసియోపియాయను నడుమ బీటా ఏండ్రోమిడినుండి నాల్గవంతు దూరములో నొక నెబ్యులాయున్నది. వట్టికంటికి గోచరమగు నెబ్యులాయిది యొక్కటే.

దీనిని ఏండ్రోమిడా రాశిలోని గ్రేట్ న్యూలా యని పేర్కొందురు.

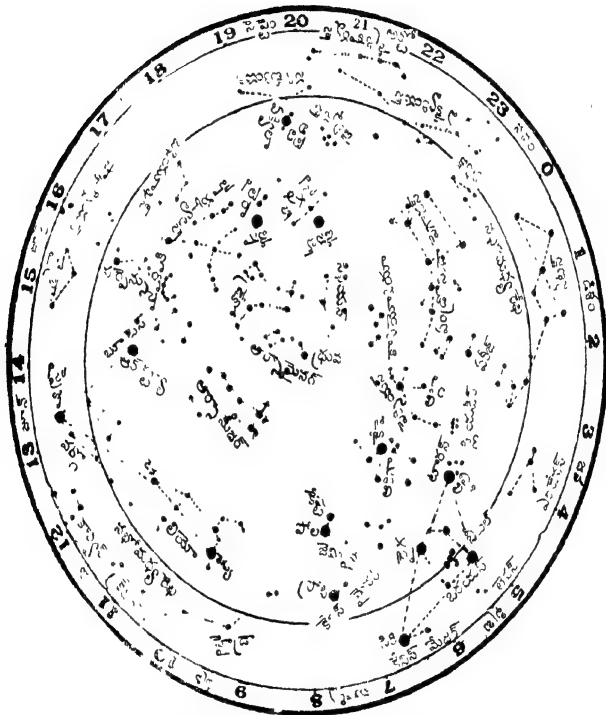
ఏండ్రోమిడారాశిలోని మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన ఆల్ఫా నక్షత్రమునుండి బీటా, గామా అను రెండు పెద్దనక్షత్రములు ఏకశక్తిగా వ్యాపించియున్నవో ఆవిశలోనే కొంచెము ముందునకు పోయినచో పెర్సియస్ రాశివచ్చును. ఈరాశిలో ముఖ్యమైనవి యేడు నక్షత్రములు. కెసియోపియా, కృత్తికా నక్షత్రములనడుమ మినుకు మినుకు మనుచు నివిప్రకాశించుచున్నవి. పెర్సియస్ రాశిని గుర్తించుటకు మరియొక ఆధారము అది ఏండ్రోమిడారాశికిని ఆరిగారాశిలోని కేపెల్లా నక్షత్రమునకును నడుమ నుండుట.

పెర్సియస్ రాశిలోని ఆల్గాల్ లేదా బీటాపెర్సే నక్షత్రము ఆరాశిలోని నక్షత్రములలో దీప్తిక్రమమున రెండవది. ఇది వృద్ధిక్షయతార; అనగా దానికాంతి ఒక నియతవ్యవధిలో హెచ్చుచును తగ్గుచును గోచరించును. పెర్సియస్ నక్షత్ర రాశికి ప్రాముఖ్యమైనవృద్ధిక్షయతారవలననే వచ్చినది. ఈవిషయమును ప్రాచీన గగనావేక్షకులుకూడ గమనించియేయుండిరి. పెర్సియస్ రాశిలోని కొన్ని నక్షత్రము లొకశాఖగా చీలి పాలపుంతలోనికి వ్యాపించియున్నవి. ఈరాశిలోని గరిష్ఠ దీప్తిమంతమైన మిర్ ఫేక్ (ఆల్ఫాపెర్సే) నక్షత్ర మిభాగమందే గలదు.

పెర్సియస్ రాశికి చేరునగనే సిఫియస్, కేమెలో ప్లూలిస్, లింక్స్ నక్షత్రరాసులున్నవి. వీనిలో మిక్కిలిముఖ్యమైనది సిఫియస్ రాశి.

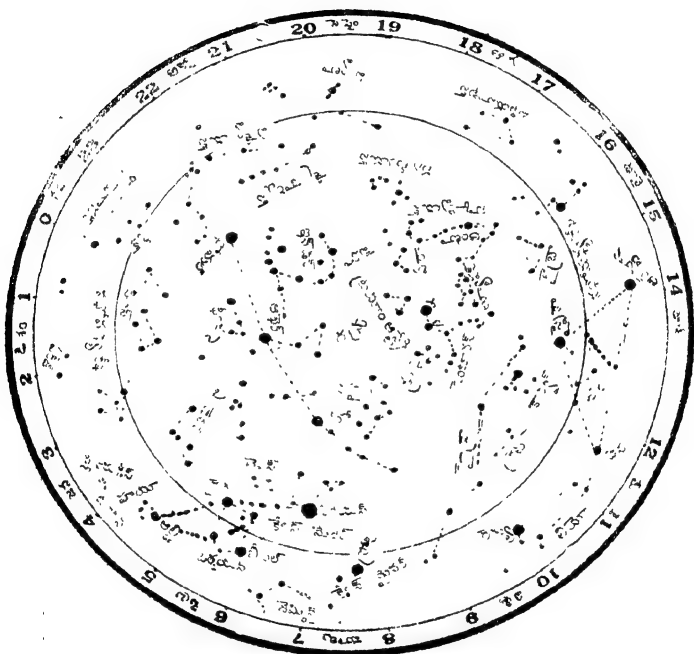


1-వ పటము. 100 మైళ్ళ యెత్తునుండి తీసిన న్యూమెక్సికో ప్రాంత
మంసలి భూభాగపు ఛాయాచిత్రము (పుట. 13)

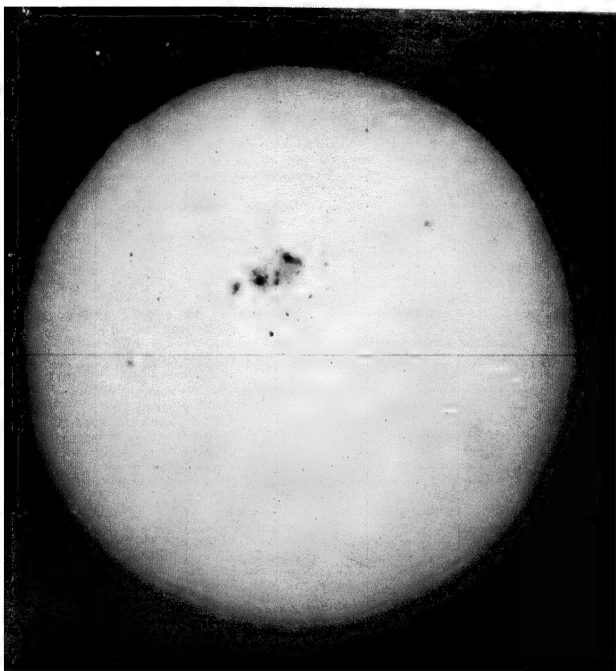


2-వ పటము. నక్షత్రరాసులు (పుట. 75)

అందుచుట్టునున్న అంకెలు రైట్ ఎనెన్ షన్ ను సూచించును.



3-వ పటము. నక్షత్రరాసులు (పుట. 75)
అంచుచుట్టునున్న అంకెలు రైట్ ఎసెన్షన్ ను సూచించును.



4.వ పటము, దీప్త్యావరణము (పుట. 132)

కాసియోపియారాశికి పెర్సియస్ రాశి యెంతదూరమున నున్నదో ఇంచుమించు అంతేదూరములో దానికి రెండవనైపున సిఫియస్ రాశి గలదు. కాసియోపియారాశికంటె నీరాశి ధ్రువన క్షత్రమునకు చేరువగ నున్నది. ఈరాశిలో ముఖ్యమైన సక్షత్రము లాడు. అది మిగుల దీప్తికలవి కావుగాని వానిలో డెబ్బసిఫియై విలక్షణమైన వృద్ధిక్షయతార యగుటవలన నీరాశికి ప్రత్యేకప్రాముఖ్య మేర్పడినది.

సిఫియస్, కాసియోపియా, పెర్సియస్, ఏంక్రోమిడా అను నాలుగు ఉత్తరమండల సక్షత్రరాసులును ఒకదాని ప్రక్క నొకటి యున్నవి.

ఆకాశమందున్న సక్షత్రములన్నిటిలోను 20 సక్షత్రములు మిక్కిలి ఎక్కువ దీప్తిమంత మైనవి. వీనిలో మూడు సక్షత్రములు- వేగా, డేనబ్, ఆల్టైర్- సెప్టెంబరు నెలలో రాత్రి సుమారు 9 గంటలకు ఆకాశములో ఉత్తరభాగమున యామోశ్చర రేఖాప్రాంతమందు కనపడును. ఈసక్షత్రములను మూసింకిని చేర్చినచో చక్కటి త్రిభుజ మేర్పడును. ఇక వీనిలో అధికదీప్తిమంతమైనది వేగాసక్షత్రము. ఆకాశములోని సక్షత్రము లన్నింటిలోను దీప్తిక్రమమున నిది నాల్గవది. అర్కామేజర్ రాశిలోని గామా, డెబ్బా సక్షత్రములను కలుపు రేఖను డెబ్బావైపునకు పొడిగించినచో లేతనీలికాంతిలో తేజ రిల్లుచున్న వేగాసక్షత్రము ద్వారమున అది పోవును.

వేగాసక్షత్రము తైరాసక్షత్రరాశికిచేందిన తార. ఈ సక్షత్రరాశి చాలచిన్నది. కాని అనేక అద్భుతదృశ్యములు

ఆకాశములో సీనక్షత్రరాశియున్న తావున గోచరించును. లైర్రా నక్షత్రరాశిలోని మరినా లకు నక్షత్రములు సమాంతరచతుర్భుజ శీర్షములందు వేగా నక్షత్రమునకు దక్షిణమున నున్నవి. వీనిలో బీటా, గామా నక్షత్రముల నశుమగ్రదేశములో అంగుళ్యాకార న్యూలా కలదు.

డేనబ్ నక్షత్రము సైగ్నస్ రాశికి చెందినది. దీనికి ఆల్ఫా సైగ్ని అని సాంకేతికనామము. లైర్రారాశికి సరిగా తూర్పున పాలపుంతలోనికి వ్యాపించియున్న నక్షత్రరాశియే సైగ్నస్. ఈరాశికిచేరిన బీటాసైగ్ని నక్షత్రము అందమైన యుగళతార. 'రోల్ సాక్ న్యూలా' యీనక్షత్రరాశియున్న తావుననే కలదు. ఈనక్షత్రరాశికిచేరిన 61-సైగ్ని నక్షత్రదూరమునే శాస్త్రజ్ఞులు మొట్టమొదట కనుగొనినారు.

ఆటైర్ నక్షత్రము ఏక్విలానక్షత్రరాశిలో ముఖ్యమైన తార. వేగా, బీటాసైగ్ని నక్షత్రములను కలుపునట్టి రేఖను బీటాసైగ్నిదిశగా పొడిగించినచో నది ఆటైర్ నక్షత్రమును చేరుకొనును. ఆటైర్ నక్షత్రమున కిరువైపుల రెండు చిన్న నక్షత్రము లున్నవి. ఈనక్షత్రము లన్నియును ఏక్విలా నక్షత్ర రాశికి చెందినవే.

సైగ్నస్, ఏక్విలా రాసులకు నడుమ డెల్ఫినస్, సగిట్టా అను రెండు చిన్ననక్షత్రములు లున్నవి. సగిట్టా అల్పదీప్తి మంతములైన అయిదు నక్షత్రములతో నేర్పడిన నక్షత్రరాశి. డెల్ఫినస్ రాశికి పశ్చిమముగా పాలపుంతనుచేరి యీనక్షత్రరాశి

యున్నది. సగిట్టా లైరా సక్షత్రరాసులకు నడుమనుండి అబ్బు షేఫోవంతమైన మతీయొక సక్షత్రరాశి వుల్ పెక్కులా. డమేబెల్ ఆకారమందున్న నెక్కులా యీభాగమందే గలదు.

లైరా రాశికి పిచ్చిమనిషిగా వ్యాపించి హెక్కులస్, కొరొనా బారియాలిస్, బూటెస్, కేనెస్ నెనాటిసి సక్షత్ర రాసులు ఎరుసగా వ్యాపించియున్నవి. ఇవన్నియు వేసవి కాలపు సక్షత్రరాసులే.

సప్తర్షి మండలమందలి శోకలోని సక్షత్రము లేరితిగా వంపుతిరిగియున్నవో ఇంచుమించు ఆవిధముగనే ఒకవంపు రేఖను దక్షిణముగా పొడిగించినచో నది ఆర్క్ట్యూరస్ అను ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన సక్షత్రమును చేరుకొనును. ఇది బూటెస్ సక్షత్రరాశికి చెందినతార. ఆల్ఫాబూటిస్ అని దాని సాంకేతికనామము. బూటెస్ రాశిలోని మిగిలిన సక్షత్రములంత యెక్కువదీప్తిమంతములు గావు. కాని ఎప్పలాన్ బూటిస్ సక్షత్రము అందమైన జంటతార.

బూటెస్ రాశికి ప్రక్కగా తూర్పుననున్న చిన్న సక్షత్ర రాశియే కొరొనా బారియాలిస్. దీనిలోని సక్షత్రము లన్నియును అర్ధవృత్తాకారమున నమరియున్నవి.

కొరొనా బారియాలిస్, లైరా సక్షత్రరాసులకు నడుమ నున్న పెద్ద సక్షత్రరాశి హెక్కులస్. ఇది ఆకాశములో చాల మేర వ్యాపించియున్నది.

హెక్కులస్ రాశికి సరిగా దక్షిణముననున్న ఒఫియూఖస్ సక్షత్రరాశియును, దానికి దక్షిణముననున్న స్కార్పియస్

సక్షత్రరాశియునుకూడ ఆకాశములో ఎక్కువప్రదేశము నాక్రమించియున్న సక్షత్రరాసులు.

స్కార్పియస్ రాశిని గుర్తించుట కనుసలభము. ఎల్లవికాంతికో ప్రకాశించుచు నధికదీప్తిమంతమైయున్న ఆంటారెస్ సక్షత్రమును, ఆసక్షత్రమునుండి తేలుకోకను స్ఫురింపజేయుచు వంకరగా వ్యాపించియున్న సక్షత్రములును స్కార్పియస్ రాశిని గుర్తించుటను సులభతరమొనర్చుచున్నవి. ఉత్తరధ్రువ సక్షత్రమునుండి కొరొనాబారియాలిస్, హెయ్యులస్ రాసుల నడుమగా నొకగీతను గీసినచో నది ఆంటారెస్ సక్షత్రద్వారమున పోవును. ఈస్కార్పియస్ సక్షత్రరాశిని గుర్తుపట్టుట కిది మరియొకపద్ధతి. ఆంటారెస్ చాలపెద్ద సక్షత్రము. మనసూర్య గోళవ్యాసమునకు రమారమి 400 రెట్లు దీనివ్యాసమున్నది. దీనిచుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చుచు ఆకుపచ్చసక్షత్రము చిన్న చొకటి యున్నదని ఆధునిక ఖగోళవిజ్ఞాను లన్వేషించినారు.

స్కార్పియస్ సక్షత్రరాశి 12 క్రాంతివృత్త మండల సక్షత్రరాసులలో నొకటి. దీనిలో ఎక్కువభాగము క్రాంతి వృత్తమునకు దక్షిణముగా నున్నది. దీనికి తూర్పుననున్న సగిటేరియస్ రాశిలోను, పశ్చిమముననున్న లైబ్రారాశిలోను ఎక్కువదీప్తిమంతమైన సక్షత్రములేమియు లేవు.

ఏండ్రోమిడా, పెగాసస్, ట్రయాంగ్యులమ్, ఏరీజ్, ఏసీజ్, ఎక్వేరియస్ లు శీతకాలములో కనపడు సక్షత్రరాసులు. ధ్రువసక్షత్రమునుండి యొకగీతను కాసియోపియా రాశి పడమటి ప్రక్కనుండి దక్షిణదిశగా పొడిగించినచో ఇంచుమించు సమ

చతురస్రాకారమందున్న నాలుగు కాంతిమంతమైన సక్షత్రముల నది చేరుకొనును. అదియే పెగాసస్ రాశి. పెగాసస్ రాశియొక్క పెద్దచతురస్రము (ది గ్రేట్ స్క్వేర్ ఆఫ్ పెగాసస్) అని యీనాలుగు సక్షత్రములను శీర్షికలుగా గలిగిన ఆకారమును పేర్కొందురు. ఈ పెద్దచతురస్రశీర్షికలందలి నాలుగు సక్షత్రములలోను మూడుసక్షత్రము లీరాశికిని, ఒకసక్షత్రము ఏండ్రోమిడా రాశికిని చెందియున్నవి. ఈచతురస్రమందు చిన్నచిన్నసక్షత్రములనేకములు గలవు ; వ్యక్తికంటె శో రమారమి 100 సక్షత్రములనుకూడ అందు కనుగొనవచ్చును. అర్పా మేజర్ రాశినలె నీరాశికుండ ఆకాశములో చాలమేరకు విస్తరించియున్నది. ఆల్ఫా పెగాసైనుండి డెల్ఫినస్ రాశివైపునకును, బీటా పెగాసైనుండి వైగ్నస్ రాశివైపునకును పెగాసస్ రాశికి చెందిన రెండుశాఖలు వ్యాపించియున్నవి.

పెగాసస్ ఏండ్రోమిడా రాసులకు దక్షిణమున V- ఆకారమందున్న సక్షత్రరాశియే పీసీజ్. దానికి తూర్పున పీసీజ్ రాశియున్నది. ఇది చాల చిన్న సక్షత్రరాశి. పెగాసస్ రాశిలోని చతురస్రమునకును ఆల్డిబెరాక్ సక్షత్రమునకును నడిమిభాగములో పెగాసస్ రాశిలోని చతురస్రమునకు కొద్దిగా చేరువగానున్న ద్వితీయపరిమాణతార పీసీజ్ రాశిలోని ముఖ్య సక్షత్రము. దీనికి ఆల్ఫా వైగ్నస్ అనిపేరు. ఈసక్షత్రమునకు చేరువగా వైసుతిదిశలో మరెండు చిన్నసక్షత్రము లున్నవి. ఇవియును పీసీజ్ రాశికి చెందిన సక్షత్రములే. సూర్యుడు త్త రాశిముఖముపై ఆకాశమున సంచరించుచు ఈసక్షత్రరాశియున్న

తావుననే అతిప్రాచీనకాలములో సభోమధ్యకేళిను దానిచుండిడివాడు. క్రాంతిస్వత్తమండల సక్షత్రరాసులలో మొదటిదానిగా ఏరీజ్ రాశి పరిగణింపబడుటకు కారణమిదే. కాని అయనచలనమువలన ఉత్తిరాభిముఖసంచారమైన సూర్యుడు ఏరీజ్ రాశియున్న తావున ప్రస్తుతము సభోమధ్యకేళిను దానిచున్నట్లు గోచరమగుచున్నది.

ఏరీజ్ రాశికి పశ్చిమమున ఎక్వేరియస్, కేప్రికార్నస్ రాసులు వరుసగా నున్నవి.

ఏరీజ్ రాశి కుత్తరమునను, ఏండ్రోమిడారాశిలోని గామా సక్షత్రమునకు సరిగా దక్షిణమునను, ఆల్ఫా ఏర్జెటిస్ గామా ఏండ్రోమిడే సక్షత్రములకు సమానదూరములోను బ్రయాంగ్యులమ్రాశి గలదు. ఇవి మిక్కిలి చిన్న సక్షత్రరాశి.

పెస్సియస్ రాశికి దక్షిణముననున్న చిన్న సక్షత్రముల గుంపునకు స్లియడీస్ అనిపేరు. ఈగుంపులో వట్టికంటికి రమారమి 7 సక్షత్రములు గోచరమగును. పిల్లలకోడియని మనము పేర్కొనున దీరాశియే. టారస్ రాశిలో ఇదియొకభాగము.

టారస్ రాశిలో ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన సక్షత్రము ఆల్డిబెరాన్. స్లియడీస్ కు ఆగ్నేయదిశగా నది యున్నది. హయాడిస్ అను సక్షత్రసమూహము ఈరాశికి చెందినదే.

శీతకాలమున కనిపించు సక్షత్రరాసులలో ఒరయస్ రాశి మిగుల ఆకర్షకమైనది. స్లియడీస్ సక్షత్రసమూహమునుండి ఆల్డిబెరాన్ సక్షత్రద్వారమున ఆగ్నేయదిశగా నొక గీతను గీసినచో నది మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన బీటల్ గాజ్ సక్షత్రమును

చేసుకొనును. బీటల్ గాజ్ నక్షత్రము ఒరయన్ రాశికి చెందిన తార. దీనికి ఆల్ఫా ఒరయానిస్ అని సాంకేతికనామము. ఒరయన్ రాశికి చెందిన బీటా ఒరయానిస్ నక్షత్రముకూడ మిగుల దీప్తిమంతమైనదే. ధైగల్ అని దానికి ప్రత్యేక నామము గలదు. బీటల్ గాజ్, ధైగల్ నక్షత్రములకు మధ్య నున్న డెల్టా, ఎస్పిలాన్, జీటా నక్షత్రములను 'ఒరయనుని పటకా' యని పేర్కొందురు. ఈపటకాగా నేర్పడిన నక్షత్రములకు ప్రక్కగా, ధైగల్ నక్షత్రమువైపున నొక నెయ్యలా యున్నది. ఒరయన్ రాశిలోని గొప్ప నెయ్యలా (ది గ్రేట్ నెయ్యలా ఇన్ ఒరయన్) యని దానికి పేరు.

ఒరయనుని పటకా సరిగా నభోమధ్యరేఖపై నున్నది. అందుచేత ఒరయన్ రాశిలోని కొంతభాగము ఉత్తరార్ధసభోగోళమందును, మరికొంతభాగము దక్షిణార్ధసభోగోళమందును నుండును.

ఒరయన్ రాశిగల ప్రదేశము ఆకాశములో మిగుల దీప్తిమంతమైన నక్షత్రములుగల మండలము. ఒరయన్ రాశికి చెందిన బీటల్ గాజ్, ధైగల్ నక్షత్రములు, కేనిస్ మేజర్ కు చెందిన సిరియస్ నక్షత్రము, కేనిస్ మైనర్ కు సంబంధించిన ప్రోసియాన్ నక్షత్రమును, టారస్ రాశిలోని ఆల్డిబెరాన్ నక్షత్రమును ఈమండలమందే యున్నవి.

ఆకాశమందలి నక్షత్రము లన్నిటిలోను మిక్కిలి దీప్తిమంతమైనది కేనిస్ మేజర్ రాశికి చెందిన సిరియస్ నక్షత్రము. ఒరయనుని పటకాభాగమందలి డెల్టా, ఎస్పిలాన్, జీటాలను

కలుపురేఖను ఆగ్నేయదిశగా పొడిగించినయెడల నది సిరియస్ నక్షత్రమును చేరుకొనును.

ఒరయస్ నక్షత్రరాశికి చెందిన బీటల్ గాజ్, కేన్స్ మేజర్ రాశికి చెందిన సిరియస్, కేన్స్ మైనర్ రాశికి చెందిన ప్రోసియాన్ అను నక్షత్రములు మూడును సమబాహు త్రిభుజ శీర్షికలవలె నభివీధియం దమరియున్నవి. ప్రోసియాన్ కూడ తేజోవంతమైన నక్షత్రమే. పాలపుంత కొకవైపున ప్రోసియాన్ నక్షత్రము, రెండవవైపున సిరియస్ నక్షత్రము నుండుట గమనింపదగినది. దీనినిబట్టి యీ నక్షత్రరాసులను సులువుగా గుర్తించవచ్చును.

కేన్స్ మేజర్, కేన్స్ మైనర్ రాసులకు నడుమ మోనోసెరాన్ నక్షత్రరాశిగలదు. ఈ రాశిలోని నక్షత్రము లన్నియు నత్యల్ప దీప్తికలవి.

ప్రోసియాన్ నక్షత్రమునకు సరిగా ఉత్తరమున నున్న దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము పోలక్సు. ఇది జెమిన్ నక్షత్రరాశికి చెందినతార. దీనిని బీటా జెమినోరమ్ అని కూడ పేర్కొందురు. పోలక్సు, ఆల్డిబెరాన్, సిరియస్ నక్షత్రములు మూడును కూడ సమబాహుత్రిభుజ శీర్షికలవలె నమరియున్నవి. అర్పా మేజర్ రాశిలోని డెల్టా, బీటా నక్షత్రములను కలుపురేఖను బీటా నక్షత్రదిశగా పొడిగించినచో నది పోలక్సు నక్షత్రము చెంతకు పోవును. పోలక్సు నక్షత్రమునకు చేరువను సరిగా ఉత్తరముననున్న నక్షత్రము కేప్టర్. ఇది ఆల్ఫా జెమినోరమ్.

టారస్ రాశిప్రక్కను ఉత్తరదిశయందున్న నక్షత్రరాశి ఆరిగా. పెస్సియస్ రాశికి చెందిన గామా, ఆల్ఫా, డెల్టా

సక్షత్రములను కలుపునట్టి వంపురేఖను డెబ్బాసక్షత్ర దిశగా పొడిగించినచో నది ఆరిగానక్షత్రరాశిలోని హెచ్చు దీప్తి మంతమైన సక్షత్రమును చేరుకొనును. అదే ఆరిగానక్షత్ర రాశిలోని కేప్పెగ్గా సక్షత్రము. దీనిని ఆల్ఫాఆరిగె యనికూడ పేర్కొందురు. పాలపుంతయందున, ఆల్డిబెరాన్ సక్షత్రమున కుత్తిరముననున్న ట్లిడి యగపడును.

ఆరిగానక్షత్రరాశిలో తక్కువ దీప్తికల సక్షత్రములు చాలగలవు. అవి యెక్కువగా పాలపుంతలోనే యున్నవి. ఈభాగమందు పాలపుంత వెడల్పు చాలహెచ్చు.

ఆరిగా సక్షత్రరాశి ఫిబ్రవరినెలలోను, జెమినైరాశి మార్చినెలలోను రాత్రి 9 గంటల ప్రాంతములో యామ్యోత్తరరేఖపై గోచరమగును. జెమినై సక్షత్రరాశికి తూర్పున నున్న లియోరాశి రాత్రికాలమం దాసమయములో ఏప్రిల్ నెల నడుమగాని యామ్యోత్తరరేఖపై ప్రత్యక్షముకాదు. అర్పా మేజర్ రాశిలోని సూచికలను కలుపురేఖను ధ్రువసక్షత్రము నైపునకుగాక దానికి విముఖదిశగా పొడిగించినచో నది లియో సక్షత్రరాశిని చేరుకొనును. ఈరాశిలోని ఎక్కువదీప్తిమంత మైన సక్షత్రమునకు రెగ్యులస్ అనిపేరు. ఆల్ఫాలియోనిస్ అని దీని సాంకేతికనామము. బీటాలియోనిస్ ను డెనబోలా యని వ్యవహరింతురు.

లియో, జెమినైరాసులకు నడుమనున్న దే కేన్సర్ రాశి. ఈరాశిలో ఎక్కువ దీప్తిమంతమైన సక్షత్ర మొకటియును లేదు. ప్రెసెపె యను విచిత్రమైన సభోమూర్తి యీరాశికి

చెందినదే. పొట్లపువ్వు ఆకారమందున్న మబ్బుతునకవలె గోచరమగునుగాని వాస్తవముగా నది యనేక నక్షత్రముల కూటమి. దూరదర్శినితో నవేక్షించినయెడల ఈకూటమిలోని నక్షత్రములు విడివిడిగా మనకు గోచరమగును.

లియోకు తూర్పుననున్న వర్గోరాశికూడ క్రాంతివృత్త మండల నక్షత్రరాశియే. సప్తగి మండలములోని ఆల్ఫా, గామా నక్షత్రములను కలుపుచేఖను గామా నక్షత్రదిశగా పొడిగించిన యెడల అది వర్గోనక్షత్రరాశిలో అధికదీప్తికల స్పైకా నక్షత్రము చెంతనుండి పోవును. స్పైకానక్షత్రమునకు ఆల్ఫా వర్జీనిస్ అని సాంకేతికనామము. తేతిసీలికాంతిలో నిది ప్రకాశించుచుండును. వర్గోనక్షత్రరాశిలోని తారలలో నిదియొక్కటియే అధికదీప్తిగల నక్షత్రము. బూపెస్ రాశిలోని ఆక్ట్యూరస్ నక్షత్రమునకు దక్షిణముగా నిది యున్నది. నభో మధ్యరేఖ కిరువైపులను ఆకాశములో చాలమేర విస్తరించి యీ నక్షత్రరాశి గలదు.

కార్వస్, మోడ్రా, సెక్స్టాన్సు మున్నగు దక్షిణార్ధ నభోగోళమందలి నక్షత్రరాసు లన్నియును వర్గో, లియో నక్షత్రరాసులకు దక్షిణమందున్నవి.

ఒఫియూఖస్ నక్షత్రరాశి క్రాంతివృత్తమండల నక్షత్ర రాసులలో నొకటి గాకపోయినను స్కార్పియస్ రాశినుండి సగిలేరియస్ రాశికి పోవునపుడు ఈరాశిఅవధుల నడుమ రమారమి 18½ దినములు సూర్యుడు గడవును. ఈరాశి స్కార్పియస్ రాశికి సరిగా ఉత్తరముననున్నది. ఇందధిక దీప్తిమంతమైన నక్షత్రము లేనియును లేవు.

సగిటేరియస్కు తూర్పుననున్న క్రాంతివృత్తమండల సక్షత్రరాశి కేప్రికార్నస్. దీనిలోగాని దీనికి తూర్పున నున్న ఎక్వేరియస్ రాశిలో గాని అధికతేజోవంతమైన సక్షత్రము లేమియును లేవు. అష్టోబరు, నవంబరు నెలలలో రాత్రి తొమ్మిదిగంటలలోపున యామ్యోత్తరరేఖపై సీసక్షత్రరాసులు గోచరమగును.

స్కార్పియస్ సక్షత్రరాశిలోని తేలుకోకకు తూర్పు భాగమందు తెలిస్కోపియం, ఏరా, పేవో, ఇన్డస్ రాసులును, పశ్చిమభాగమందు ల్యూపస్, సెంటూరస్ సక్షత్రరాసులును నున్నవి. దక్షిణమండల సక్షత్రరాసులలో సెంటూరస్ ఎక్కువ మేరకు విస్తరించియున్న రాశి. ఈసక్షత్రరాశికిచెందిన ఆల్ఫా, బీటా సక్షత్రములు రెండునుకూడ దీప్తిమంతమైనవి. దీప్తిక్రమములో ఆల్ఫాసెంటారీసక్షత్రము మూడవసక్షత్రముగా పరిగణనమునకు వచ్చును. ఆల్ఫాసెంటారీ సక్షత్రమునకు సహచరిగానున్న ప్రోస్పెరూసెంటారీయే సూర్యుని తరువాత భూమికి దగ్గరగానున్న సక్షత్రము. ఇది అల్పదీప్తికల సక్షత్రమగుటవలన వట్టికంటికి కనిపించదు.

సెంటూరస్ సక్షత్రరాశికి దక్షిణమున క్రక్కు సక్షత్ర రాశి గలదు. ఉత్తరార్ధగోళమందలి అర్సామేజర్ రాశివలె దక్షిణార్ధగోళమందీరాశిని దక్షిణాధ్రువమందున్న కనుగొనుటకై యుపయోగింతుట. కాని అర్సామేజర్ రాశివలె ఇది యెక్కువమేరకు విస్తరించిలేదు. ఈరాశికిచెందిన ముఖ్యమైన నాలుగుసక్షత్రములును ఎక్కువదీప్తికలవి ; వానిలోరెండు

నక్షత్రములు అర్చామేజర్ రాశికి చెందిన ఆల్ఫా, బీటా నక్షత్రములకంటెనుకూడ తేజోవంతములై యుండును.

దక్షిణమండల నక్షత్రరాసులందెల్ల ఎరిడేనస్ నక్షత్ర రాశి కడుదీర్ఘమైనది. ఇది ఒరయన్ రాశికి చెందిన లైగల్ నక్షత్రముదగ్గర ప్రారంభమై సీటస్, ఫీనిక్సు, ట్యూకానా రాసులను దాటుకొని వంకరటింకరగా దక్షిణమునకు విస్తరించి చివరకు హైడ్రస్ రాశిని చేరుకొనును. ఈ రాశికి చెందిన ఆఖర్ నార్ నక్షత్రము మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన తార.

ఎరిడేనస్ నక్షత్రరాశికి తూర్పువైపున కరైనా, పశ్చిమమున వైసిస్ ఆప్టినస్ నక్షత్రరాసులున్నవి. కరైనా నక్షత్ర రాశికి చెందిన కెనోపస్ నక్షత్రము కడునుజ్జ్వలమైన తార ; సిరియస్ నక్షత్రము తరువాత అదియే మిగుల దీప్తికలది. సిరియస్ నక్షత్రమునకు ఆగ్నేయ దిశగా నిది యుండును.

వైసిస్ ఆప్టినస్ చాల చిన్న నక్షత్రరాశి. పెగాసస్ నక్షత్రరాశిలోని బీటా, ఆల్ఫా నక్షత్రములను కలుపుచున్న రేఖను సభోమధ్యరేఖను దాటి దక్షిణముగా పొడిగించిన యెడల నది వైసిస్ ఆప్టినస్ రాశిలో దేదీప్యమానముగ వెలుగు ఫోమల్ హెట్ నక్షత్రమును చేరుకొనును.



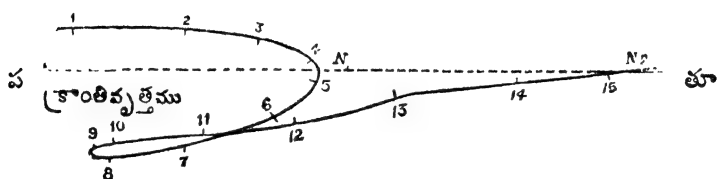
సూర్య కుటుంబము

గ్రహచారము

ఆకాశములో నేషాదిరాసులు గల క్రాంతివృత్తమార్గమున సంవత్సరము పొడుగునను సూర్యుడు సంచరించుచున్నట్లభివ్యక్తమగునుగాని వాస్తవముగా నందు సంచరించుచున్నది భూమియే. సభోమూర్తులను జాగ్రత్తగా కొంతకాల మవేక్షించినచో గ్రహములును, చంద్రుడునుకూడ ఇంచుమించుగా క్రాంతివృత్తమార్గము ననుసరించియే సంచరించుచున్నట్లు స్పష్టమగును; అయితే గ్రహసూర్యుల గతులలో నొక వ్యత్యాసము మనకు కానరాకపోదు. సూర్యుడెల్లప్పుడు పడమరనుండి తూర్పునకు ప్రయాణము చేయుచున్నట్లు గోచరించును; ప్రయాణము నడుమ కొంతతడ వాగి స్థిరముగా నిలిచియుండుటగాని, వెనుకకు నడచుటగాని ఆయనపట్ల గోచరముకాదు. సూర్యుడు కొక్కొక్కరాశిలో రమారమి ఒక నెలలోజులుండును కాబట్టి ఆయన గమనవేగముకూడ సామాన్యముగా సమానముగనే యుండును. కాని గ్రహముల విషయమున నట్లుగాదు. కొన్ని నెలలో, సంవత్సరములో నిర్విరామముగా గ్రహముల నవేక్షించినచో అవి పడమరనుండి తూర్పుదెసగా కొంతకాలము ప్రయాణముచేసి, పిమ్మట హఠాత్తుగా కొన్ని దినములక్కడ ఆగి, ఆతరువాత పడమటిదెసగా వెనుకకు నడిచి అట్లుపైని తూర్పుదెసగా ప్రయాణమును సాగించినట్లుల వ్యక్తమగును; అంతేగాక వాని వేగపరిమాణములోకూడ మార్పువచ్చిన

ల్లభివ్యక్తమగును. గ్రహములు పడమరనుండి తూర్పుగా పయనించుచున్నపు డవి ఋతుగతిని కలిగియున్నవనియు, తూర్పునుండి పడమరకు దెసగా సంచరించినపుడు వక్రించినవి లేదా వక్రగతిని పొందినవనియు, సుస్థిరముగా నున్నపుడు స్తంభించియున్నవనియు, మితిమీరిన వేగముతో చరించినపుడు అతిచారము నొందినవనియును శాస్త్రపరిభాషలో పేర్కొందురు.

భూమినుండి అవేక్షించినపుడు ఆకాశములో నొక గ్రహము సంచరించినమార్గము నక్షత్రములనుబట్టి యెట్లుగోచరమగునో 18 వ చిత్రము సూచించును. చిత్రములోని అంకెలు



18 వ చిత్రము

సమానవ్యవధిగలకాలములలో నొకగ్రహస్థానములను సూచించును. ఇంచుమించుగా 5- అంకె గల స్థానమువరకును తూర్పుగా సంచరించిన ఆ గ్రహము అంతకునుండి పశ్చిమదిశగా వెనుకకు సంచరించుటను ప్రారంభించి, రమారమి 9- అంకె గల స్థానమువరకును ఆదిశగానే గమనించినది ; ఆతరువాత నది తిరిగి తూర్పుదిశగా ముందునకు ప్రయాణమును సాగించినది. చిత్రమును జాగ్రత్తగా పరిశీలించినచో 4, 5- అంకెలు సూచించుస్థానముల ప్రాంతమునను, 9- అంకె సూచించుస్థానమునకు వెనుకను ఆ గ్రహము తనకక్ష్యయందు స్థిరముగా

నున్నట్లు వ్యక్తమగును. అనగా నప్పుడా గ్రహము స్తంభించి యున్నది. గ్రహస్తంభము గ్రహగతి ఋషగతినుండి వక్రగతికి మారినపుడును, వక్రగతినుండి ఋషగతికి మారినపుడునుకూడ కలుగునని చిత్రమునుబట్టి మనకు వెల్లడియగును.

ఈరీతిగా సూర్యునకుగాని, యేనక్షత్రమునకు గాని లేని స్తంభవక్రగతులు గ్రహముల కుండుటకు కారణమేమి? అవి వాస్తవముగా వానికున్నగతులా? లేదా వానికవి నిజముగా లేకపోయినను భూమినుండి చూచుచున్నపుడు ఉన్నట్లుగా కనిపించుచున్నవా?

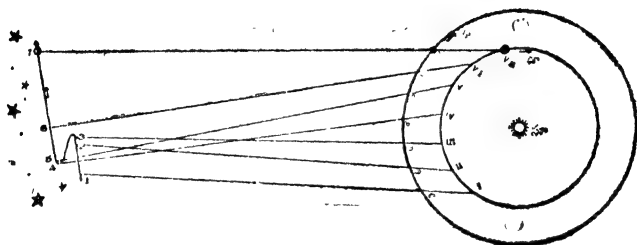
గ్రహములకు స్తంభ, వక్రగతులు వాస్తవముగా నున్నవి గావు. సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న భూమినుండి ఆసూర్యునిచుట్టనే పరిభ్రమించుచున్న గ్రహముల నవేక్షించుటచేతనే వాని గమనములలో నట్టి విచిత్రగతులు గోచరమగుచున్నవి. అదియెట్లు సంభవించుచున్నదో స్థూలముగ పరిశీలింతము.

వాల్తేరునుండి సింహాచలమువరకును రెండురైళ్ళు ఏక సమయమున నడుచుటకు వీలుగా జంట మార్గము లున్నవి. అట్టివింకను పెక్కుతావులందుండవచ్చును. మెయిలు, ప్యాసెంజరు అను రెండురైళ్ళు వాల్తేరునుండి బయలుదేరి ఆమార్గములవెంబడి సింహాచలమువైపు పోవుటకు సిద్ధముగానున్నవనుకొందము.

ఆరైళ్ళలో మెయిలునందు మనము కూర్చుంటిమని యూహింతము. ప్యాసింజరుబండి మనముకూర్చుండిన మెయిలు

బండికంటె ముందు బయలుదేరి సింహాచలముపైపు పోవుచున్న దనికూడ భావించుము. ఆతరువాత కొంతసేపటికి మనమున్న మెయిలుబండి వాళ్ళేమో బయలుదేరి ప్యాసింజరుబండి కంటెను ఎక్కవవేగముతో సింహాచలముపైపు పోవుచున్నదను కొందము. మెయిలుబండి బయలుదేరిన వెంటనే దానినుండి మనము ప్యాసింజరుబండిని చూచినచో ప్యాసింజరుబండి ముందుకు పోవుచున్నట్లుగపడును. ప్యాసింజరుబండి వేగముకంటె మెయిలుబండివేగము అధికముగాన బయలుదేరిన కొంతసేపటికి మెయిలుబండి ప్యాసింజరుబండిని కలిసికొనుట కవకాశమున్నది. అట్లు కలిసికొనిన సమయములో మనముకూర్చుండిన మెయిలుబండినుండి ప్యాసింజరుబండిని చూచినచో అది స్థిరముగనున్నట్లు కనపడును. ఆతరువాత కొంతసేపటికి మెయిలుబండి ప్యాసింజరుబండిని దాటిపోవును. అప్పుడు మనము మెయిలుబండినుండి ప్యాసింజరుబండిపైపు చూచినచో ఆ ప్యాసింజరుబండి వెనుకకుపోవుచున్నట్లుగపడును. భిన్నవేగములు గల రెండు రైలుబండ్లలో ఒకదానినుండి రెండవదానిని చూచినపుడు వాని సాపేక్షస్థానములను, సాపేక్షవేగములనుబట్టి వాని గతులలో పురోగమన, తిరోగమన, స్తంభము లభివ్యక్తమగునని దీనివలన వ్యక్తమగును. ఈరెండు రైలుబండ్లవలెనే గ్రహములు కూడ ఏకదిశలో సూర్యునిచుట్టును భిన్నవేగములతో సంచరించుచున్నవి కాబట్టి పరిభ్రమణశీతియందున్న భూమినుండి చూచినపుడు అవేక్షితగ్రహము తన సాపేక్షవేగము ననుసరించి ఋషవక్రకాదిగతులను కలిగియున్నట్లు కనపడును.

19 వ చిత్రములో సూ- సూర్యుని, లోపలిమార్గము భూకక్ష్యను, వెలుపలిమార్గము కుజగ్రహకక్ష్యను నిరూపించుచున్నవనుకొందము. లోపలికక్ష్యలోని I, II, III, IV, V, ... అను అంకెలు సమానవ్యవధిగల కాలములలో



19 వ చిత్రము

ఆకక్ష్యచుండు భూమిస్థానములను, వెలుపలికక్ష్యలోని ౧, ౨, ౩, ౪, ౫, ... అను అంకెలు లోపలికక్ష్యలోని భూస్థానములకు అనురూపమైన కుజగ్రహస్థానములను ఆ వెలుపలికక్ష్యలోని నిరూపించుచున్న వనుకొందము. భూమి I నుండి III కు ప్రయాణముచేయునప్పునికి కుజగ్రహము తనకక్ష్యలో ౧ నుండి ౩ కు ప్రయాణముచేయును. కాని సక్షత్రములనుబట్టి గగన తలమున నది 1 నుండి ౩ వరకును పయనించినట్లగపడును. ఇట్లది గగనతలమున 1 నుండి ౩ వరకును ప్రయాణముచేసినట్లగపడుట కేవలము దృశ్యముమాత్రమే; వాస్తవముగా జరిగినదికాదు. భూమి III ను చేరుకొనినప్పుడు సూర్యుడును, భూమియును, కుజుడునుకూడ ఇంచుమించుగా ఒకేసరళ రేఖలో నుండును. ఇంతకినుండి సక్షత్రములనుబట్టి గగనతలమున కుజుడు వక్రగతినిపొందినట్లు గోచరించును. భూమి IV ను

ప్రవేశించునప్పటికికూడ కుజున దింకను వక్రగతియే. భూమి కుజుని బాగుగాదాటి ముందుకు పోయినపిమ్మటగాని కుజ గ్రహము వక్రగతిని విడువదు. భూమి V ను చేరుకొనునప్పటికి కుజగ్రహము ఋజుగతిని పొందినట్లు మనకుగోచరించును. అప్పు డది ఆకాశములో 5 అనుస్థానముననున్నట్లు కనపడును.

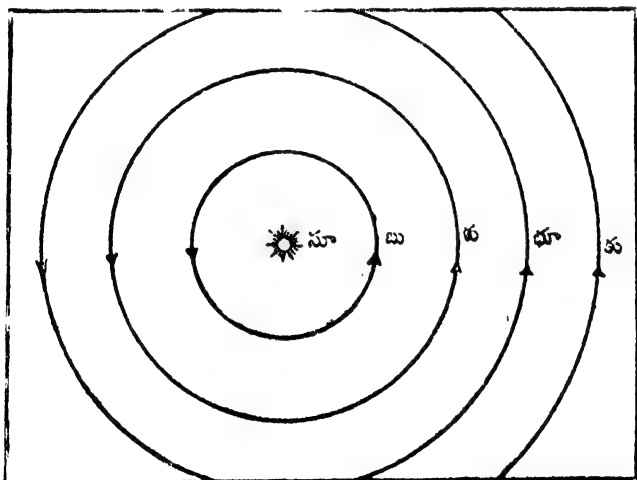
గ్రహ పరిభ్రమణము

గ్రహముల ఋజునక్రాంతిగతులు కేవలము దృశ్యములు మాత్రమే. అవి వాస్తవముగా సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించు చున్నవి. సూర్యునిచుట్టును గ్రహములు భిన్న వేగములతో నిర్దిష్టకక్ష్యలవెంబడి పరిభ్రమించుచున్నవని యూహించినచో గ్రహగతులను సులభముగా విశదీకరింపవచ్చునని కోపర్నికస్ అను విజ్ఞుని 16 వ శతాబ్దములో వెల్లడించెను. అటుపిమ్మట 17 వ శతాబ్దములో గ్రహకక్ష్యల యాకారమునకును, వానిగతులకును అన్వయించు నియమములను కెప్లర్ విజ్ఞుని అరసెను. గ్రహములు సూర్యునిచుట్టు నియమితకక్ష్యలలో నియమబద్ధములై సంచరించుటకు కారణము సూర్యుడు గ్రహ ములపై ప్రవర్తింపజేయుచున్న గురుత్వాకర్షణబలమేయని కనుగొనినమేధావి న్యూటన్.

సూర్యులుంబయులో సూర్యుడు, గ్రహములు, ఉప గ్రహములు, శోకచుక్కలు, ఉల్కలు నున్నవికదా! సూర్య కుటుంబపు మొత్తము ద్రవ్యసంచయములో నూటికి 99.86 పాళ్ళు సూర్యునియందే కేంద్రీకృతమైయున్నది. ఇంక మిగిలిన 0.14 పాళ్ళ ద్రవ్యముతోనే గ్రహములు, ఉపగ్రహములు, అధికసంఖ్యాకములైన శోకచుక్కలు, ఉల్కలు నేర్పడినవి.

భూగోళద్రవ్యసంచయముకంటె సూర్యగోళ ద్రవ్యసంచయము రమారమి 3,32,000 రెట్లు హెచ్చు !

బ్రహ్మాండములో ద్రవ్యమయమైన మూర్తు లొకచాని నొకటి పరస్పరము ఆకర్షించుకొనుననియును, ఆయాకర్షణబల పరిమాణము లామూర్తుల ద్రవ్యరాసులనుబట్టియును, వాని నడిమిదూరములనుబట్టియును నుండుననియు మనకు తెలిసినదే. సూర్యకుటుంబములో సూర్యు డధికద్రవ్యమయ్యునుగాన తన యధికద్రవ్యరాశిఫలితముగా నేర్పడిన బలముచే సూర్యకుటుంబ ములోని గురుతరమూర్తులనన్నిటిని తనచుట్టును ప్రొప్పకొను చున్నాడు. సూర్యునిచుట్టును ప్రత్యక్షముగా తిరుగుచున్న మూర్తులలో నెన్నదగినవి గ్రహములు.

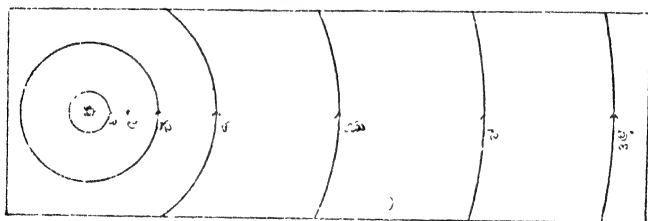


20 వ చిత్రము

గ్రహముల సాపేక్షదూరములు.

సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుటలో గ్రహములన్నియును కలిసి యేకమాగ్గము సనుసరించుటలేదు. ఒక్కొక్క గ్రహమునకు నిర్దిష్టమై యొక్కొక్క మాగ్గమున్నది. భిన్న గ్రహములపై సూర్యుడు ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబల పరిమాణములనుబట్టి ఆయా గ్రహకక్ష్యలపరిమాణములు నిర్ణీతమగును.

సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్న గ్రహములలో సూర్యునకు మిక్కిలి చేరువగానున్న కక్ష్యయందున్నది బుధగ్రహము. శుక్రుడు, భూమి, కుజుడు, ఆస్టిరాయిడులు, గురువు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటో గ్రహము లాతరువాత క్రమముగా వరుసలోనున్న కక్ష్యలలో సంచరించుచున్నవి. భూకక్ష్య



21 వ చిత్రము

గ్రహముల సాపేక్షదూరములు.

నూ — సూర్యుడు

గు — గురుడు

బు — బుధుడు

శ — శని

శు — శుక్రుడు

యు — యురేనస్

భూ — భూమి

నె — నెప్ట్యూన్

కు — కుజుడు

ప్లూ — ప్లూటో

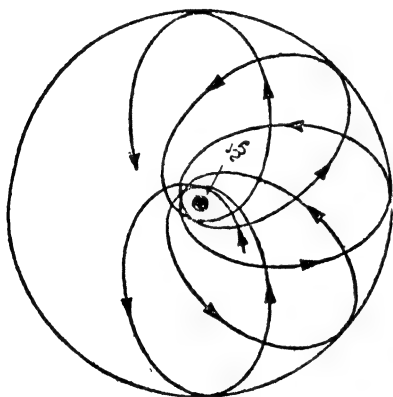
ఆ — ఆస్టిరాయిడులు

వలెనే గ్రహముల కక్ష్యలుకూడ దీర్ఘవృత్తాకారములే. అవియును ఎక్కువగా సాగ్రియుండలేదు ; అనగా వాని వికేంద్రతలు చాలతక్కువ. గ్రహము లన్నిటిలోను ఎక్కువ వికేంద్రతగల కక్ష్యగలది ప్లూటో ; దాని కక్ష్యవికేంద్రత 0.249 తక్కువ వికేంద్రతగల కక్ష్యగలది శుక్రడు ; దాని కక్ష్యవికేంద్రత 0.0068 ; కాబట్టి స్కేలునకు సరిగా గ్రహకక్ష్యలను గీసినచో వృత్తములకును దీర్ఘవృత్తాకారములైన యీగ్రహ కక్ష్యలకును ఎక్కువవ్యత్యాసము కానరాదు. ఈకక్ష్యలలో ఒకనాభియందు సూర్యు నేర్పరచుకొని ఆయనచుట్టును గ్రహములు ఒకేదిశలో పరిభ్రమించుచుండును.

బుధగ్రహసంచలనమందు మరెయ్యేమి తరగ్రహపరిభ్రమణమందును పొడగట్టని విచిత్రాంశమొకటి వ్యక్తమైనది. బుధగ్రహము సూర్యుని నాభిగా చేరికొని దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నదికదా ! ఆకక్ష్యలో సూర్యునికి మిక్కిలి చేరువగానున్న బిందువును ఆగ్రహముయొక్క నీచస్థానమందురు. సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నది బుధగ్రహమొక్కటే అయియుండినట్లయిన, బుధుని నీచస్థానము సదా ఒకేబిందువునొద్ద స్థిరముగా నుండియుండును. కాని వాస్తవముగా నది యట్లుండుటలేదు. ఆస్థానము క్రమముగా నాకక్ష్యలో ఒక బిందువునుండి వేరొకబిందువునకు సంచరించుచున్నది. ఈసంచారపరిమితి నూరుసంవత్సరములకు 35" ఉండునని 1845 లో లివెరియర్ విజ్ఞాని లెక్కచేసి కనుగొనెను. కాని ఆతరువాత కొందరు శాస్త్రజ్ఞుల లెక్కలవలన ఈసంచారము నూరుసంవత్సరములకు 40" అని తేలినది.

బుధగ్రహకక్ష్యలో ఒకచిందున్న న కేర్పడిన యీసంచారము బుధగ్రహముపై సితరగ్రహములు కలుగజేసిన వైకల్యము వలననైన నేర్పడవలెను ; లేదా యేన్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతముననుసరించి గ్రహగతులు సాగుచున్నవని మనము విశ్వసించుచుంటిమో ఆసిద్ధాంతమైనను తప్పుకావలెను.

బుధునియొక్క యీవిపరీతసంచలనము బుధసూర్యుల నడుమనున్న గ్రహములవలననే కలుగుచున్నదని లీవ్రెయిర్ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించి, బుధగ్రహసంచలనములో నామాన్యు



22 వ చిత్రము

నకు కారణ భూతమైన గ్రహముల ద్రవ్యరాశి యెంతయుండవలెనో కూడ లెక్కకట్టి చెప్పెను. అట్టి గ్రహములున్నవని ఆదిలో చాలకాలము వరకును శాస్త్రజ్ఞులు భావించిరి గాని మహాధీకీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శి నులు వాడుకలోనికి

వచ్చినపిమ్మట అట్టిగ్రహము లేమియును లేవని తేలినది. ఆరీతిగా బుధగ్రహముయొక్క ఆవిపరీతసంచలనమునకు సరియైన కారణము నొసగలేక శాస్త్రజ్ఞులు తల్లడిల్లుచున్న సమయములో ఐస్ట్రైట్ పండితుడు సాపేక్షసిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించి

న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతరీత్యా వివరింపసాగ్యముగాని యీవిపరీతసంచలనమును సులువుగా విశదీకరించెను. సూర్యునికి సన్నిహితముగానుండి ఆగోళముయొక్క ఆకర్షణబలమున కధికముగాల్సిన బుధగ్రహము తనకక్ష్యలో కేవలము సూర్యుని చుట్టును పరిభ్రమించుటయే గాక ఆకక్ష్యకూడ అల్పవేగముతో పరిభ్రమించుచున్నదనియును, తత్ఫలితముగనే బుధగ్రహము యొక్క ఆవిపరీతసంచలనము సంభవించుచున్నదనియును ఆయన వివరించెను. 22 వ చిత్రములో బుధగ్రహకక్ష్య పొందుచున్న యీమాపును తెలికింపవచ్చును.

గ్రహస్థానములు

గ్రహకక్ష్య లెక్కవగా సాగియుండకపోయినను దీర్ఘవృత్తములే యగుటవలనను, ఆదీర్ఘవృత్తములలో కేంద్రమందు గాక కొంచెము ప్రక్కగానున్న నాభియందు సూర్యుడుండుట చేతను సూర్యునకు నొకగ్రహమునకు గల దూరములో కొద్ది మార్పు వచ్చుచుండును. కుజుడు సూర్యునకు మిక్కిలి చేరువగా నున్నపుడు కుజసూర్యుల మధ్యదూరము 14,87,00,000 మైళ్ళును, ఎక్కువదూరముగా నున్నపుడు వాని మధ్యదూరము 15,40,00,000 మైళ్ళును, కుజసూర్యుల సరాసరి మధ్యదూరము 14,17,00,000 మైళ్ళును ఉండును. ఒకగ్రహము సూర్యునకు మిక్కిలిచేరువగానున్నపు డవి నీచస్థితియందును, మిక్కిలి దూరముగానున్నపు డవి ఉచ్చస్థితియందును నున్నదని వచింతురని యిదివరకే పేర్కొనియుంటిమి.

ఫ్లోటోగ్రహకక్ష్యాతలము తప్ప మిగిలిన గ్రహములన్నింటి కక్ష్యాతలములను ఇంచుమించు క్రాంతివృత్తతలమందే యున్నవి. ఫ్లోటో గ్రహకక్ష్యాతలము మాత్రము క్రాంతివృత్తతలమునకు 17° ఏటవాలుగా నున్నది. క్రాంతివృత్తతలమున కెక్కువ యేటవాలుగానున్న తలముగల కక్ష్యగలవి ఫ్లోటోగ్రహమొక్కటే. అందుచేత ద్విధావిస్తృతమైన యొకపుస్తకముమీద సూర్యునిను ఆయాగ్రహములకును గల దూరముల ననుసరించి 'స్కేలు'నకు సరిగా దీర్ఘవృత్తములను గీసినచో నవి వేర్వేరుగ్రహముల కక్ష్యలను స్థూలముగా సూచించుననుటకు సందేహములేదు. ఈకక్ష్యలవెంబడి అపసవ్యదిశలో సూర్యుని చుట్టును గ్రహములు పరిభ్రమించుచున్నవి.

సూర్యునిను గ్రహములకును గల దూరములు స్థూలముగా నొక నియమము ననుసరించి యున్నవని టాటియస్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొనెను. అదేనియమమును బోడేయను మరియొక విజ్ఞానకూడ స్వతంత్రముగా నన్వేషించి యెక్కువ ప్రచారములోనికి తీసికొని వచ్చుటచే బోడేనియమమని దానికి పేరువచ్చినది. ఈనియమము అంతసరియైనది కాదుగాని సూర్యునినుండి గ్రహములదూరములను జ్ఞప్తియందుంచుకొనుటకది బాగుగాఁకోడ్పడుననుటలో సందేహములేదు.

ఒకదానికొకటి రెట్టింపు ఉండునట్లు 0, 1, 2, 4, ... అనుక్రేణినివ్రాసి, దానిని 3 చే గుణించి, ఆవచ్చిన లభ్యములకు 4 ను కలుపుగా బోడే నియమము వచ్చును.

క్రే.శి

0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256

3 చే గుణించి 4 ను కలుపగా

4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196, 388, 772

అ శు భూ కు ఆ గు శ యు నె ప్తూ

నిజమైన సరాసరి దూరములు

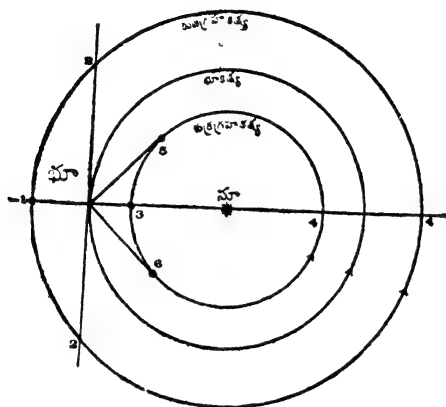
3.9, 7.2, 10, 15.2, 27.7, 52.1, 95.4, 191.9, 300.7, 394.6

ఇందు '10' ని భూసూర్యుల నడిమిదూరముగా మనము పరిగణించినచో 4, 7, 16, 28, 52, 100, 196 లు క్రమముగా సూర్యునినుండి బుధుడు, శుక్రుడు, కుజుడు, ఆస్తిరాయి, గులు, గురుడు, శని, యురేనస్ గ్రహముల దూరములను స్థూలముగ సూచించును. నెప్ట్యూన్, ప్లూటో గ్రహముల విషయమునమాత్ర మినియమము తప్పినది.

భూసూర్యులమధ్యప్రదేశములో సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న బుధ, శుక్రగ్రహములకు అంతర్గ్రహములనియును, భూకక్ష్యకు వెలుపల కక్ష్యల నేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టును తిరుగుచున్న గ్రహములకు బాహ్యగ్రహములనియును పేర్లు.

భూమిననుసరించి అంతర్గ్రహములును, బాహ్యగ్రహములును పొందు వేర్వేరుస్థానములను 23 వ చిత్రమునుబట్టి గ్రహింపవచ్చును. ఏదైన నొకగ్రహము భూసూర్యులదిశయందుండి, భూమిమాత్రము గ్రహమునకును సూర్యునకును నడుమ లేనపు డాగ్రహము యితి లేదా యోగమును పొందినదందురు.

భూమి సూర్యున కేంద్రమైన నున్నదో ఆనైపుననే గ్రహము కూడ నున్నచో నది అంతరియోగమును పొందినదనియును,



23 వ చిత్రము

- 1 - మధ్యాంతరము
- 2, 2 - పాదస్థము
- 3 - అంతరియోగము
- 4, 4 - బాహ్యయోగము
- 5 - గ్రేటెస్టు ఈస్టర్న్ ఈలాంగేషన్
- 6 - గ్రేటెస్టు వెస్టర్న్ ఈలాంగేషన్

అటుగాక సూర్యునకు భూమియేంద్రమైననున్నదో దానికి విముఖముగ గ్రహమున్నచో నది బాహ్యయోగమును పొందినదనియును వ్యవహరింతురు. బాహ్యగ్రహముల విషయములో బాహ్యయోగమునకేగాని అంతరియోగమున కవకాశములేదు. బాహ్యగ్రహముల విషయమున భూసూర్యులను గ్రహమును నొకే దిశయందుండి గ్రహమునకును సూర్యునకును నడువగా

భూమివచ్చినపుడు ఆ గ్రహము షడ్భాంతరమును సాంధిస
దందురు. షడ్భాంతరమనగా ఆరురాసులంతరము. అట్టి
స్థితిలో సూర్యునకును బాహ్యగ్రహమునకును ఆరురాసుల
యంతరముండును. షడ్భాంతరమును పొందినపుడు గ్రహ
ములు సూర్యాస్తమయముకాగానే యుదయించి, సూర్యో
దయకాలమువరకును ఆకాశమున ప్రకాశించుచుండును.

భూసూర్యులకు లంబదేశలో బాహ్యగ్రహ మున్నయెడల
నది పాదస్థమున నున్నదందురు. అప్పుడు గ్రహసూర్యులకు
నడుమ మూడురాసుల యంతర ముండును. సూర్యునకు
తూర్పునందు గ్రహమున్నపుడు జరుగుపాదస్థమును పూర్వపాద
స్థమనియును, సూర్యునకు పడమటను గ్రహమున్నపుడు జరుగు
పాదస్థమును పశ్చిమపాదస్థమనియును పేర్కొందురు. పూర్వ
పాదస్థము యోగమునకు పూర్వము కలుగును; అప్పుడు
గ్రహము సూర్యాస్తమయమునకు పూర్వమే యుదయించి
సూర్యాస్తమయకాలమున యామ్యోత్తర రేఖపై నుండును.
పశ్చిమపాదస్థము యోగము తరువాత సంభవించును. అప్పుడు
గ్రహము సూర్యాస్తమయము తరువాత అర్ధరాత్రిసమయమున
నుదయించి సూర్యోదయకాలమున యామ్యోత్తరరేఖపై
నుండును. యోగసమయములో బాహ్యగ్రహము సూర్యు
నితో నుదయించి సూర్యునితోనే యస్తమించుటవలన రాత్రి
కాలమం దాకాశమున కానరాదు. అట్టిస్థితిలో గ్రహము
అస్తమించియున్నదని వ్యవహరింతుము.

ఇక అంతర్గ్రహము న్యూనయోగకాలమందు భూసూ
ర్యులనడుమనుండి సూర్యునితో నుదయించి సూర్యునితోనే

యస్తమింతుటచే రాత్రికాలమున ఆకాశమండు కాసరాదు. అంతగ్రహము తనకక్ష్యయందు చరించునపుడు అంతగ్రహ స్థానమును భూస్థానమునకు కలుపురేఖ ఆ అంతగ్రహకక్ష్యకు స్పర్శరేఖయైనచో నట్టిస్థితియందా యంతగ్రహము సూర్యుని నుండి గర్భిష్ఠదూరములో ఆకాశమున గోచరించును. అంతర గ్రహము సూర్యునకు తూర్పున గర్భిష్ఠదూరములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు ఈస్టరన్ ఈలాంగేషన్' ను పొందినదనియును, సూర్యునకు పశ్చిమమున గర్భిష్ఠదూరములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు వెస్టరన్ ఈలాంగేషన్' ను పొందిన దనియును పేర్కొందురు.

భౌతిక పరిస్థితులు

గ్రహసూర్యుల దూరములకును గ్రహముల భౌతికపరిస్థితులకును అవినాభావ సంబంధమున్నది. గ్రహములకు సొంత ముగా తేజ, ఉష్ణములు లేవనియు, సూర్యుని వలననే వానవి పొందుచున్నవనియు మనకు తెలిసినదే. అందుచేత సూర్యునికి చేరువగానున్న గ్రహములపైని తాపక్రమ మధికముగాను, దూరముగానున్న గ్రహములపై నల్పముగను నుండుట సహజము. ఇక సూర్యునకును గ్రహములకునుగల మధ్యదూరములమీదనే గ్రహములపై సూర్యుడు ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలములుకూడ నాధారపడియుండును. అందువలన గ్రహముల పరిభ్రమణవేగములలోకూడ వ్యత్యాసములు కలుగుచున్నవి. సూర్యునకు చేరువగానున్న గ్రహములపై సూర్యా

కర్షణబల మధికమగుటవలన వానిపరిభ్రమణవేగము లధికముగ నుండును ; సూర్యునికి చేరువగానున్న గ్రహముల కక్ష్యలు చిన్నవికూడ నగుటవలన వాని పరిభ్రమణకాలములు తగ్గును. అట్లే సూర్యునకు దూరముననున్న గ్రహముల పరిభ్రమణ వేగములు తక్కువ యగుటవలనను, వానికక్ష్యలు పెద్దవి యగుటచేతను, వానిపరిభ్రమణకాలము లెక్కువపరిమాణము గలవియైయుండును. ఇక నొకగ్రహముపై అది ఉచ్చస్థితియందున్న పుడుకంటె నీచస్థితియందున్న పుడు సూర్యుడు ప్రవర్తించు నట్టి యాకర్షణబలపరిమాణ మధికముగనుండును కాబట్టి ఉచ్చస్థితియందుకంటె నీచస్థితియందున్న పుడు గ్రహపరిభ్రమణ వేగ మధికముగ నుండును.

గ్రహము తన దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యనుబట్టి పోవుచు ఒకసారి చుట్టివచ్చెడి కాలమునకు గ్రహసంవత్సర మనిపేరు. పైని పేర్కొనిన కారణములవలన ఈకాలపరిమాణములు వేర్వేరు గ్రహములకు వేర్వేరుగా నుండును. సూర్యునినుండి గ్రహదూరము హెచ్చినకొలదియు దానిసంవత్సరపరిమాణ ముకూడ హెచ్చును. సూర్యునకును గ్రహమునకును గల దూరమునకును, గ్రహసంవత్సరపరిమాణమునకును గల సంబంధమును కెప్లర్ విజ్ఞాని కనుగొనెను. గ్రహసూర్యుల మధ్యదూరముయొక్క ఘనములు ఆగ్రహసంవత్సరముల వర్గములకు అనులోమానుపాతములో (దూ³ : కా²) నుండునని ఆనియమము తెల్లమొనర్చును.

గ్రహవేగము సంవత్సరముపొడగున నెల్లు మారునో విశేషముచేయు నియమమునుకూడ కెస్లర్ శాస్త్రజ్ఞు డరిసెను. ఏదైననొక గ్రహము తననియమితి దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యయందు సమానవ్యవధిగల కాలములలో సమానపరిమితిగల దూరములను చుట్టదు; కాని దానిని సూర్యునితో కలుపురేఖ సమానపరిమాణముగల కాలములలో సమానవైశాల్యములుగల క్షేత్రములను చుట్టును. కాబట్టి గ్రహపరిభ్రమణవేగ మెల్లప్పుడు సమానముగనుండక గ్రహము సూర్యునిసమీపించినకొలదియు నధికమగునని స్పష్టమగును. ఈవిషయమును భూమివిషయములో భూపరిభ్రమణమునుగూర్చి చర్చించినపుడు వివరించియుంటిమి.

సూర్యునకును గ్రహములకునుగల దూరములలోను, వాని పరిభ్రమణకాలములలోను, ఉపరితల తాపక్రమములలోను వ్యత్యాసము లున్నట్లుగనే వాని ద్రవ్యరాసులలోకూడ తేడాలున్నవి. గ్రహములలో కొన్ని భూమికంటె పెద్దవి; మరి కొన్ని చిన్నవి. గ్రహములలో మిక్కిలి తక్కువ ద్రవ్యరాశిగలది బుధుడు; మిక్కిలి యెక్కువ ద్రవ్యరాశిగలది గురుడు. బుధుని తరువాత క్రమముగా కుజుడు, శుక్రుడు, పూటో, భూమి, యురేనస్, నెప్ట్యూన్, శనిగ్రహములు పెద్దవి. గ్రహముల ద్రవ్యరాసులను పరిశీలించిన వో ఆశ్చర్యకరమైన విషయ మొకటి వెల్లడియగును. గ్రహశ్రేణిలో గురుతమమైన గురు శని గ్రహములు రెండును మధ్యనుండి అక్కడినుండి శ్రేణియొక్క రెండుకొనలకును పోయినకొలది గ్రహములద్రవ్యసంచయములు క్రమముగా తగ్గును. రెండవ అనుబంధములో నిచ్చిన పట్టికను బట్టి గ్రహముల సాపేక్షద్రవ్యరాసులను తెలిసికొనవచ్చును.

గ్రహముల ఆకర్షణబలమునకును, వాని ద్రవ్యరాసులకును అవినాభావసంబంధమున్నదిగదా ! ఇక గ్రహవాతావరణమండములయొక్క, ఆవాతావరణముల సాంద్రత మున్నగు విషయములు ఆగ్రహముల ఆకర్షణబలములనుబట్టియును, వాని తాపక్రమములను బట్టియును ఉండును. చాలతక్కువ ద్రవ్యరాశియు ఎక్కువ తాపక్రమమునుగల బుధగ్రహమువంటివానికి వాతావరణముండుట కవకాశములేదు. ఇక ఎక్కువద్రవ్యరాశియు తక్కువ తాపక్రమమునుగల గురుగ్రహమునకు మిక్కిలి సాంద్రమును, దశమునునైన వాతావరణముండుట నిక్కవము. కాబట్టి జీవోత్పత్తికిని, జీవవికాసమునకును ఉష్ణము, స్వేచ్ఛాశ్శిథిగోనున్న కొన్నిరకముల వాయువులు అవసరమని భావించినచో గ్రహములలో నన్నియును జీవవికాసమున కనువుగా లేవని మనకు స్పష్టమగును. శాస్త్రజ్ఞులకు తెలిసినంతవరకు భూమిమీదగాక మరి యేగ్రహముపైనను జీవములేదు. జీవమనెడి మహత్తరసంపదను కలిగియున్నది భూమియొక్కటే. కుజగ్రహమందు జీవముండుటకు తగిన పరిస్థితులు కొన్నియుండుటచే అక్కడేదైన నొకరకము జీవముండిన నుండవచ్చునని కొందరుశాస్త్రకర్త లభిప్రాయపడుచున్నారు.

సూర్యకుటుంబమునుగూర్చి సంక్షిప్తముగా తెలిసికొనిన పిమ్మట దాని నమూనాను మన మూహించుకొనగల్గినచో ఎక్కువ ఉపయుక్తముగానుండును. మన వానస్థానమైన భూమియొక కందిగింజ అనుకొందము. అప్పుడు సూర్యగోళము పెద్ద

గుమ్మడిపండుగ ఉండును. ఆపెద్దగుమ్మడిపండుగకు 36 గజముల దూరములో ఒక చిన్నావగింజను పెట్టినచో నది నిలువని నిరూపించును. అట్లే సూర్యుని సూచించుచున్న పెద్దగుమ్మడిపండుగకు 67 గజముల దూరమందున్న మరియొక కందిగింజ శుక్ర గ్రహమును, 93 గజముల దూరమందున్న కందిగింజ భూమిని, 142 గజముల దూరమందున్న పెద్ద ఆవగింజ కజగ్రహమును, 483 గజముల దూరమందున్న పెద్దనిమ్మపండు గురుగ్రహమును, 880 గజముల దూరమందున్న మరెయొక చిన్ననిమ్మపండు శనిగ్రహమును, 1780 గజముల దూరముననున్న యొక రేగుపండు యురేనస్ ను, 2790 గజముల దూరమందున్న మరియొక రేగుపండు నెప్ట్యూన్ ను, 3680 గజముల దూరమందున్న సన్నావగింజ ప్లూటోను నిరూపించును. అప్పుడా పెద్దగుమ్మడి పండుచుట్టు నాయూగింజలు, కాయలు, పళ్ళు ఆయాదూరములలో నేయుండి ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నట్లు మనమూహింపవలెను. ఇదే స్థూలముగా సూర్యకుటుంబపు నమూనా. ఉపగ్రహములను, తోకచుక్కలను, ఉల్కలనుకూడ మనమందు చేర్చగలిగినచో సూర్యకుటుంబము సమగ్రముగా మనకన్నులకు కట్టినట్లుండును.

సూర్యుడు

సూర్యకుటుంబములో ప్రధానమైనమూర్తి సూర్యుడు. సూర్యకుటుంబ గతినిశ్చలత కవసరమైన మహత్తరబలమంతయు ఆయనయందు కేంద్రీకృతమైయుండుటయేగాక సూర్యకుటుంబములోని గురుతరమూర్తులకు తేజఉష్ణములు ఆయనవలననే సమకూరుచున్నవి. కాని సూర్యకుటుంబమునుదాటి అంత రాశిములోనికి దూరముగాపోయి చూచినచో బహుశసంఖ్యాకములైన నక్షత్రములలో నొకనక్షత్రముగనే సూర్యుడుకూడ గోచరించును. వాస్తవమునకు సూర్యుడొక నక్షత్రమే. నక్షత్రములందెల్ల భూమికి మిక్కిలి దగ్గరగానున్న నక్షత్రము సూర్యుడు. భూసూర్యులనడిమిదూరము 9,30,05,000 మైళ్ళు. భూమికి దగ్గరగానున్న ఆ తరువాతి నక్షత్రము ప్రోక్సిమా సెంటౌరీ. భూమినుండి దానిదూరము సుమారు 25,00,000,00,00,000 మైళ్ళు; అనగా భూసూర్యులమధ్య దూరమునకు రమారమి 2,70,000 రెట్ల దూరములో నది యున్నది. సూర్యుడిట్లు భూమికి దగ్గరగా నుండుటచేతనే తీక్షణకరుడై ప్రకాశించుచున్నాడు ; బింబపరిమాణయుతుడై ప్రత్యక్షమగుచున్నాడు. కాని నిజముగా మినుకుమినుకుమని ప్రకాశించుచు చుక్కలవలె కనిపించుచున్న నక్షత్రములలో పెక్కింటికంటె సూర్యుని పరిమాణమును, దీప్తియును తక్కువే.

విశ్వమందలి కోటానగోట్లనక్షత్రములలో సూర్యుడు కూడ నొక నక్షత్రమేయైనను భూమిపైనున్నజీవుల కాయన యాధారముకాబట్టి మనకాయనయెడల గౌరవము మెండు.

భగవంతునిగా నొనర్చి ఆయనకు పూజలుపైతము మనము చేయుచున్నాము. సామాన్యమానవులకంటెనుకూడ సత్యాన్వేషణాశీలుడైన విజ్ఞానులకు సూర్యశింకను పూజనీయుడు. విశ్వవిజ్ఞానపిపాసువులై గగనతలము నవేక్కించుచున్న ఆశాస్త్రవేత్తలకు అండయై, మార్గదర్శియై ఆయన యుండుటయే అందుకు హేతువు.

ద్రవ్యము

సూర్యకుటుంబములోని మూర్తులనన్నిటిని తనచుట్టును త్రిప్పకొనగలిగినబలము తన మహత్తరద్రవ్యరాశిచే సూర్యునకు సమకూరుచున్నది. ఆయన యొక బృహద్గోళము. భూమిని సూర్యునకును గల అధికదూరమునుబట్టి కొన్ని అంగుళముల వ్యాసముగల బింబముగమాత్రమే ఆయన గోచరమగుచున్నను, సూర్యగోళవ్యాసము భూగోళవ్యాసమునకు రమారమి 109 రెట్లు హెచ్చు. సూర్యగోళవ్యాసము 8,66,600 మైళ్ళు. భూగోళవ్యాసము 7,916 మైళ్ళే. ఇక ఘనపరిమాణమందు భూగోళముకంటె సూర్యగోళము 12,95,000 రెట్లు పెద్దది; భూతలవైశాల్యముకంటె సూర్యగోళ తలవైశాల్యము 11,880 రెట్లు హెచ్చు. సూర్యగోళద్రవ్యరాశికూడ మిక్కిలి యెక్కువ. భూగోళద్రవ్యరాశికి రమారమి 3,31,100 రెట్లు సూర్యగోళద్రవ్యరాశి యున్నది.

కొన్ని గ్రాముల ద్రవ్యరాశిగల వస్తువుయొక్క ఆకర్షణబలముతో భూమ్యాకర్షణబలమును పోల్చి భూగోళద్రవ్యరాశి నెట్లు కనుగొనగలుగుచున్నామో, అట్లే భూమ్యాకర్షణ

బలముతో సూర్యాకర్షణబలమును పోల్చి సూర్యగోళ ద్రవ్యరాశిని తెలిసికొనవచ్చును. సూర్యాకర్షణబలపరిమాణము భూమిని చాకక్ష్మ్యముందు తిరుగునట్లు చేయుటకు సరిగ్గ సరిపడియున్నది. ఇక చంద్రుడు తనకక్ష్యలో భూమిచుట్టును తిరుగుచుండుటకు కారణము భూమి చంద్రునిపై ప్రవర్తింపజేయునట్టి ఆకర్షణబలమేకదా ! భూర్యాకర్షణబలపరిమాణము కూడ చంద్రుని తనకక్ష్యలో తిరుగునట్లు చేయుటకు సరిగ్గా సరిపడిమాత్రమే యున్నది. భూచంద్రకక్ష్యల వ్యాసార్థములను బట్టియును, ఆకక్ష్యలలో భూచంద్రులపరిభ్రమణవేగములను బట్టియును సూర్యయొక్కయు, భూమియొక్కయు సాపేక్ష ఆకర్షణబలములను, తన్మూలముగా వాని సాపేక్ష ద్రవ్యరాసులను గణింపవచ్చును. భూద్రవ్యరాశియెంతయో మనకు తెలిసియున్నది. కాబట్టి సూర్యనిద్రవ్యరాశిని చిన్న లెక్కజేసి సులువుగా కనుగొనవచ్చును.

భూగోళముకంటె సూర్యగోళము ఘనపరిమాణము నందు 12,95,000 రెట్లు పెద్దదిగా నున్నను, సూర్యగోళద్రవ్యరాశి భూగోళద్రవ్యరాశికి 3,31,100 రెట్లు మాత్రమే అధికముగనున్నది. దీనినిబట్టి సూర్యగోళసాంద్రత భూసాంద్రత కంటె తక్కువ యని మనకు స్పష్టమగును. భూమిసరాసరి సాంద్రత ఘనశతాంశమిటువలెను 5.527 గ్రాములు ; కాని సూర్యునిసాంద్రత ఘనశతాంశమిటువలెను 1.39 గ్రాములే !

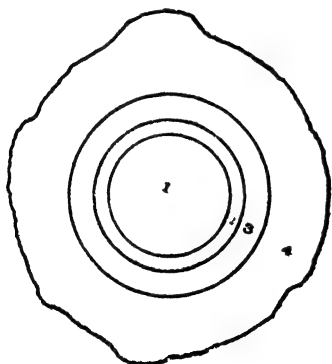
పై అంకెలను పరీక్షించినయెడల సూర్యుడు చాల తేలికయైనగోళమని మనకు స్ఫురింపకపోదు. భూగోళపరి

మాణము సూర్యగోళపరిమాణమంత యుండియున్నయెడల
 అప్పుడు సూర్యగోళము భూగోళముకంటె నాలుగింతలు తేలి
 కగ నుండునకూడ మనకు స్పష్టమగును. సాపేక్షముగా
 సూర్యుడింత తేలికగానుండుటకు కారణము సూర్యగోళమధిక
 తాపక్రమస్థితియందుండుటయే. నీరు బరువైనదేయైనను నీటిని
 తప్పరచుటచే నేర్పడిన ఆవిరి తేలికయైనది. దీనికి కారణము
ద్రవరూపముననున్న నీటిలో అణువులు చాల దగ్గరగనుండును.
 నీటిని వేడిచేసిన వెంటనే నీటియందలి అణువులు ఉష్ణశక్తిని
గ్రహించి, అధికశక్తి సమ్యక్తములై, అధికవేగముతో అటునిటు
పరుగిడుచుండును ; తత్ఫలితముగా అణువునకును అణువునకును
గల దూరము అధికముకాగా, ఆవిరిసాంద్రత నీటిసాంద్రత
కంటె బాగుగా క్షీణించును. ఒక గ్రాము ద్రవ్యసంచయము
 గల నీరు ఒక ఘనశతాంశమీటకు పరిమాణమును ఆక్రమించు
 చుండ దానిని వేడిచేయుటచే నేర్పడిన యావిరి సుమారు
 1720 ఘనశతాంశమీటకుల పరిమాణము నాక్రమించును.
 అయినచో నీటియందుకంటె ఆవిరి యందలి అణువులెంత
పలుచనైయున్నవో, నీటిసాంద్రతకంటె ఆవిరిసాంద్రత యెంత
తక్కువై యుండునో మన మూహించుకొనవచ్చును. దీనినిబట్టి
 సూర్యుని అల్పసాంద్రతకు కారణము సూర్యగోళతాపక్రమ
 మత్యధిక మగుటయే యనుటతో సందేహములేదు. ఈ యధిక
 తాపక్రమమువలన సూర్యగోళములోని ద్రవ్యమంతయు వాయు
 రూపమును పొందుచున్నది. కాని సూర్యగోళమందలి వాయు
 వ్రలకును, భూగోళమందలి వాయువ్రలకును స్వభావములో

చాల వ్యత్యాసము గలదు. భూగోళమందున్నట్లు సూర్యగోళమందవి తటస్థస్థితిలో నుండలేవు. ఈవాయుచల ప్రేషము సూర్యగోళములో ఉపరిభాగమునుండి కేంద్రమువైపునకు పోయినకొలదియు అధికమగును. తత్ఫలితముగా సూర్యగోళములోని ద్రవ్యసాంద్రతకూడ గోళమందంతటను సమానముగా నుండక కేంద్రమువైపు పోయినకొలదియు హెచ్చును.

నిర్మాణము

భూగోళమువలెనే సూర్యగోళముకూడ అంతటను సమానసాంద్రతను కలిగియుండలేదుగదా. అందువలన



24 వ చిత్రము

- 1 - గర్భము. దీని ఉపరితలమే దీప్తావరణము
- 2 - పరివర్తకస్తరము
- 3 - వర్ణావరణము
- 4 - మట్టము

సాంద్రతా భేదములను బట్టి భూగోళమును వాతావరణము, శిలావరణము, భారావరణము, ఉష్ణావరణము అను ఆవరణములుగ విభజించినట్లే సూర్యగోళమునుకూడ కొన్ని ఆవరణములుగమనము విభజింపవచ్చును. సూర్యగోళకేంద్రముతో ఏక కేంద్రకమైయున్న గోళభాగమునకు గర్భమని పేరు. దీనిపైని వరుసగా దీప్తావరణము, పరివర్తకస్తరము, వర్ణావరణము, మట్టము— అను నాలుగవరణ లున్నవి.

తీక్షణముగా ప్రకాశించుచున్న సూర్యుని మనిబొచ్చిన గాఢాఫలకము ద్వారమున చూచినపుడు కనపడు వలయాకార సూర్యగోళభాగమే దీప్త్యావరణము. కొన్ని కోట్లమైళ్ళి దూరమునుండి అవేక్షించుటచే నన్నది వలయాకారపురేకునలె గోచరమగుచున్నది గాని వాస్తవముగా నది కొన్ని పెండలమైళ్ళి మందముగల ఆవరణము. మనకు కనపడు సూర్యగోళావరణము లో ఇదియే యెక్కువ దీప్తిమంతమైనది. దీనితాపక్రమము రమారమి 6000° (శ)

దీప్త్యావరణమున కడుగున మరుగుపడి సూర్యగోళ గర్భమున్నది. భూపటలమున కడుగుననున్న ఉష్ణావరణాది భూమ్యావరణ తేరితిగ ప్రత్యక్షానుశీలనమునకు లోనుగావో ఆరితిగనే దీప్త్యావరణము మరుగుననున్న సూర్యగోళగర్భము కూడ ప్రత్యక్షపరిశీలనమునకు చిక్కదు. అందుచేత దాని స్వభావమును ఆనుమానికముగా నరయవలయును.

భూగర్భమునకు పైనున్న పొరల బరువునలన భూగర్భమందలి ద్రవ్య మణికప్రేషమునకు లోనయియున్నదని మనకు తెలిసినవిషయమే. భూకేంద్రసమీపమందలి ద్రవ్యముపై ప్రేషము చతురపు సెంటీమీటరునకు రమారమి 100,000,000 పౌనులుండును. ఇట్టి అణికప్రేషముచే పీడింపబడుచున్నను భూగర్భమందు ఘన, ద్రవస్థితిలందున్న ద్రవ్యములు తమ స్వస్థితిని గోల్పోవుటలేదు. ఇక సూర్యగోళద్రవ్యరాశి భూగోళద్రవ్యరాశికి రమారమి 3,31,100 రెట్లు హెచ్చుగనున్నది. కాబట్టి సూర్యగోళగర్భమందలిద్రవ్యము లోనగు ప్రేషము అమే

యముగ నుండును. భూగోళగర్భమందలి ప్రేషమున కీ ప్రేషము రమారమి 1,00,000 రెట్లుండునని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనినారు. సామాన్యఘనద్రవపదార్థము లేవివరీత ప్రేషమును భరింప జాలవు. అందుచేత భూగోళనిర్మాణమువలెనే సూర్యగోళ నిర్మాణముకూడ ఉండియున్నయెడల ఇదివరకే యెన్నడో సూర్యగోళము భగ్నమైయుండెడిది. కాని అదియట్లు కాలేదు; పైగా రమారమి 50,00,00,000 సంవత్సరములనుండి నేడున్న విధముననే, ఇంచుమించు నేడున్న పరిమాణమందే అదియున్నది. కాబట్టి సూర్యగోళమందలిద్రవ్యము భూగోళమందలి ద్రవ్య మున్నస్థితిలో లేదనుట స్పష్టము. సూర్యగోళగర్భమందలి ద్రవ్యము అత్యధికతాపక్రమస్థితియందున్న నే అమేయమైన ప్రేషమునకులోనయియున్నను సూర్యగోళము భగ్నము కాకుండ స్థిరముగా నుండుట సాధ్యమగును. సూర్యగోళగర్భ తాపక్రమమెంతయున్నయెడల అది ఆవివరీత ప్రేషస్థితిలో స్థిరముగానుండుటకు సాధ్యమగునో పైద్ధాంశికముగా గణించి సూర్యకేంద్రమువద్దతాపక్రమము రమారమి 2,00,00,000° (శ) ఉన్నదని నిర్ణయించినారు !

సూర్యగోళగర్భమందున్న 2,00,00,000 అంశల తాప క్రమమును మనమూహించవైనను ఊహించలేము ! కణకణ ముండుచున్న చింతనిప్పుల తాపక్రమమున కది రమారమి పది వేల రెట్లుండును !! ఈఅధికతాపక్రమమువలనను, వివరీత ప్రేషమువలనను సూర్యగోళగర్భమందున్న ద్రవ్యము తటస్థ స్థితిలో నుండలేదు. భూగోళపరిస్థితులందు సామాన్యముగా పరమాణుకేంద్రకములచుట్టును పరిభ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రానులు

సూర్యగోళమందు పరమానుకేంద్రకములునుండి మూరముగా నెగురగొట్టబడును; అందువలన పరమానుకేంద్రకములును, ఎలట్టైననును వేగవివేర్వేరుగా అక్కడనుండును. 'సూర్యగోళము ఎలట్టైనను, కేంద్రకముల కూర్పు' అని ఎడ్డింగ్ టన్ ప్రభుశాస్త్రజ్ఞులు ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంత మిందులకనుగుణమైనదే.

సూర్యగోళగర్భమందలి ద్రవ్యములో నూటికి ఒకపాలు ఆక్సిజని, వైట్రోజని, కార్బనులును, నూటికి సుమారుొకపాలు ఇనుమునంటి భారయుతమూలద్రవ్యములును, నూటికి అయిదు పాళ్ళవరకు హీలియమ్ను, మిగిలినభాగము హైడ్రోజనియును ఉన్నవి. కాని అక్కడి విషరీత పరిస్థితులలో ఈమూలద్రవ్య కేంద్రకములు స్తబ్ధముగా నుండలేవు. అవి ఉత్తేజితములై ఒకదానితోనొకటి ఢీకొనుచుండును. తత్ఫలితముగా అక్కడి ద్రవ్యము మూలద్రవ్యపరివర్తన మొందుచున్నది.

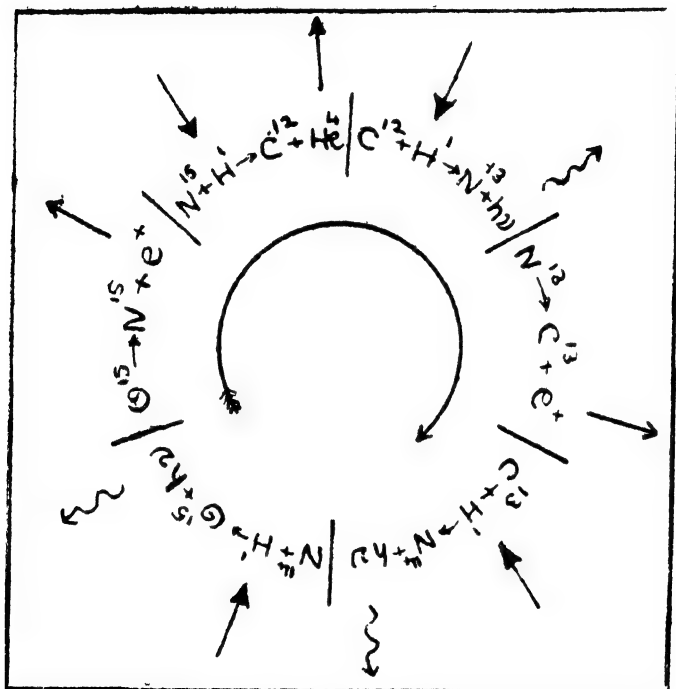
సూర్య శక్తి

సూర్యగోళగర్భమందలి ద్రవ్యము మూలద్రవ్యపరివర్తన మొందుటలో అమేయమైనశక్తి విడుదలయగుచున్నది. సూర్యుడవిచ్చిన్నముగా ప్రదేశములోనికి ప్రసరించుచున్న తేజఃఉష్ణ శక్తుల కదియే మూలము. ఈప్రక్రియ యేవిధముగా సంభవించుచున్నదో బెథే, వైట్జేకర్ శాస్త్రజ్ఞు లిటీవలనే సమగ్రముగా వివరించిరి.

సూర్యగోళగర్భమందు 1 భారముగల హైడ్రోజని కేంద్రకము 12 భారముగల కర్బన కేంద్రకముతో సంఘర్షించి,

చివర 12 ధారముగల సమస్థానీయ నైట్రోజని కేంద్రకముగామానును. ఈవిధముగా కర్బన కేంద్రకము నైట్రోజని కేంద్రకముగా పరిణామము చెందుటలో కొంతపరమాణుశక్తి విడివడి అల్పతమ తరంగదైర్ఘ్యముగల గామాకిరణరూపములో వికిరణమగును. కాని 13 ధారముగల నైట్రోజని కేంద్రకము స్థిరమైనదికాదు. అందుచేత ఆఅస్థిరతను వద్ద స్థైర్యమును పొందుటకై ఆనైట్రోజని కేంద్రకము ఒక ప్రోటాను విసర్జించి 13 ధారముగల కర్బనసమస్థానీయ కేంద్రకముగా మార్పునొందును. అయితే 13 ధారముగల కర్బన కేంద్రకముకూడ స్థిరరచనకలది కాదు. అందుచేతని స్థిరస్థితిని పొందుటకై ఆరాటుపడి, ఒక హైట్రోజని కేంద్రకమును కబళించి, 14 ధారముగల నైట్రోజని కేంద్రకముగా మార్పునొందును. ఈమార్పులో తిరిగి కొంతపరమాణుశక్తి విడివడి గామాకిరణరూపములో ప్రసారితమగును. ఆసిమ్మెట్రిక్ 14 ధారముగల నైట్రోజని కేంద్రకము తిరిగి మరియొక ప్రోటానుకోడికొని, దానిని కబళించి 15 ధారముగల అస్థిరఆక్సిజనిసమస్థానీయ కేంద్రకముగా మార్పునొందును. ఈసందర్భములోకూడ పరమాణుశక్తి విడివడి గామాకిరణరూపములో ప్రసారితమగును. 15 ధారముగల అస్థిరమైన ఆక్సిజని కేంద్రకము ఆస్థితిలో స్థిరముగానుండుట యసంభవముగదా ! వెంటనే అది తన కేంద్రకమునుండి యొక ప్రోటానును ప్రోక్షించి, 15 ధారముగల సుస్థిర నైట్రోజనిసమస్థానీయ కేంద్రకముగా పరిణామమొందును. చిట్టచివరగా

ఈ 15 భారముగల నైట్రోజన్ కేంద్రకము ఒక హైడ్రోజన్ కేంద్రకముతో సమీకరణముంచి, ఆ వెంటనే హీలియం,



25 వ చిత్రము

నూత్రోనియో శక్తిజనించుటకు కారణభూతమైన అవ్యుత్త కేంద్రక ప్రక్రియ. కర్బన కేంద్రకములుగా విచ్ఛిన్నమగును. ఈ కర్బన కేంద్రకము ప్రక్రియప్రారంభముతో హైడ్రోజన్ కేంద్రకమును కలుపించిన కర్బన కేంద్రకమే. కాగా నాలుగు హైడ్రోజన్ కేంద్రకములు

కలిసి ఒక హీనియమ్ కేంద్రకముగా కర్బన, నైట్రోజన్ కేంద్రకముల సాహాయ్యమున సూర్యగోళగర్భముందు పరివర్తన మొందుచున్నవనియును, ఆరందర్భములో వేరువేరు దశల యందు మహత్తరమైన పరిమాణశక్తి గామా కిరణజాల రూపముతో బహుత్వమగుచున్నదనియును, అదియే సూర్యుని తేజఃస్థశక్తులకు మూలమనియును జెఫే, నైక్షేఖిర్ శాస్త్రజ్ఞులు పేర్కొన్నారు.

సూర్యగోళగర్భముందు మూలద్రవ్యపరివర్తన ఫలితముగా గామాకిరణరూపముతో విడుదలయైన శక్తి అమేయముగ నుండును. ఈశక్తియంతయు ప్రదేశములోనికి వికీర్ణమైన యెడల భూమ్యాద్విగ్రహములను చేరుకొనిన మరుక్షణమున అవి భస్మీపటలము కావలసినదే. కాని సూర్యగోళగర్భము కంటే తక్కువ తాపక్రమమందున్న పైపొరలు ఈయద్రవము సంభవింపకుండ అతికట్టి చాలతక్కువ పరిమాణముగల శక్తిని మాత్రమే విడుదలచేయుచున్నవి. సూర్యుని దీప్త్యావరణము నుండి అనవరతము ప్రదేశములోనికి వికిరణమగుచున్న శక్తికి సమానముగా ఈశక్తియుండును. సూర్యగోళగర్భముందు మూలద్రవ్యపరివర్తనఫలితముగా నాదితో సుద్భవించిన శక్తి గామా కిరణరూపముతోనున్నను, ఆతరువాత సూర్యుని దీప్త్యావరణమును చేరుకొనుసరికది అధికతరంగదైర్ఘ్యములుగల వికిరణములుగా మారి తేజఃస్థశక్తులుగా దీప్త్యావరణముచే ప్రసరితమగుచున్నది.

దీప్తావరణము

సూర్యగోళములో ఎక్కువగా అనుశీలింపబడిన మండలము దీప్తావరణము. దూరదర్శిని సాహాయ్యమునగాక నట్టి కంటితోమాత్రమే అవేక్షించినయెడల దీప్తావరణమంతటను సమానకాంతి తీక్షణతను కలిగి యుండునట్లు గోచరించును. కాని దూరదర్శినితో నవేక్షించినప్పుడు సాపేక్షముగా కాంతి హీనములైన ప్రదేశములక్కడక్కడ మచ్చుమచ్చులవలె దృగ్గోచరమగును. ఈకాంతిహీనమైన ప్రదేశములను సూర్యాంకములని పేర్కొందురు. సూర్యాంకములచెంత దీప్తావరణముకంటె కూడ హెచ్చుకాంతిమంతమైన ప్రదేశములు కొన్నియున్నవి. వీనికి స్లోఫ్యులినిపేరు. సూర్యగోళపుటంచులందే యివి సామాన్యముగా మనకు గోచరమగును. సూర్యాంకములను, స్లోఫ్యులిను లేని దీప్తావరణభాగమైనను, దూరదర్శినితో చూచినప్పుడు సమానకాంతితీక్షణతతో గోచరముకాదు. మొత్తములవలెనున్న యెక్కువకాంతిమంతమైన భాగములు దీప్తావరణమంతయు వ్యాపించియుండును. వీనిలో నొక్కొక్కదాని వ్యాసము సగటున 700 మైళ్ళుండును ; వీనిమొత్తము వైశాల్యము దీప్తావరణ వైశాల్యముతో మూడవవంతువరకు నుండును. దీప్తావరణములో మొత్తములవలెనున్న భాగములు అనిలేనిభాగములకంటె యెక్కువ దీప్తిమంతమైనవగుటవలన దీప్తావరణపు సరాసరి తాపక్రమముకంటె వీనితాపక్రమము రమారమి 150 అంశలవరకును ఎక్కువగనుండునని శాస్త్రజ్ఞులు లెక్కపెట్టెరి. ఈ మొత్తములవలెనున్న భాగములు కొన్నినిముసముల కంటె

నెక్క-పకాలము నిలచియుండవు. ఒక్కొక్క-భాగము నశించిన వెంటనే ఆ ప్రక్కనే యుట్టిని మరిలమరిల నేర్పించుచుండును.

సూర్యకాంతిని పట్టకద్వారమున పంపి, వెలుపలికివచ్చిన కాంతిని తెల్లని గోడపై పడునట్లు చేసినయెడల గోదా మొదలు ఎరుపు వరకునుగల వర్ణములు ఒకదానిని చేరి మఱొకటి గోడపై మాలగా గోచరమగును. ఇట్టిదానికి అఖండ వర్ణమాల యని పేరు. జ్వలనస్థితియందున్న ఘనద్రవపదార్థములును, కొన్ని సందర్భములలో వాయువులునుకూడ ఇట్టి వర్ణమాలల నేర్పరుచును. అఖండవర్ణమాలను కలుగజేయుచున్న కాంతియుత్పత్తిస్థానముచుట్టును ఆయుత్పత్తిస్థానముకంటె తక్కువతాపక్రమముగల వాయువును పొరగా కల్పించి, ఆపొరద్వారమున దూసికొనివచ్చిన కాంతిని వర్ణమాలాదర్శినితో పరీక్షించినయెడల అఖండవర్ణమాలయందు నిట్టనిలువుగాకొన్ని కాంతిహీనమైన రేఖలు వేర్వేరు వర్ణముల భాగములలో కనపడును. వీనిస్థానములు తేజఉత్పత్తిస్థానము చుట్టునున్న వాయువునందలి మూలద్రవ్యములనుబట్టి యుండును. ఆవాయువు కేవలము సోడియముబాష్పము మాత్రమే యైనయెడల పసుపువర్ణ భాగములో రెండుగాఢమైన నల్లని రేఖలు గోచరమగును ; పాదరసబాష్పమైనయెడల ఆరుపచ్చ, నీలి భాగములలో నల్లనిరేఖ లేర్పరును. అట్లే వేర్వేరు మూలద్రవ్యములవలన వేర్వేరు ప్రదేశములలో నల్లనిరేఖలు కలుగును. ఇట్టివర్ణమాలకు శోషణవర్ణమాల యనిపేరు. శోషణవర్ణమాలలోని నల్లనిరేఖలను ఫ్రాంకోహార్ థర్ రేఖలను పేరుతో

వ్యవహరింతురు. వర్ణసూత్రాల్లో ఫ్రాక్టూఫర్ రేఖలస్థానము లేజ ఉత్పత్తిస్థానము నావరించియున్న వాయుస్థలనుబట్టియుండును. కాబట్టి ఒకవర్ణసూత్రముందలి అల్పరేఖలనుబట్టి ఆవర్ణసూత్రము కలుగజేసిన లేజఉత్పత్తిస్థానము చుట్టును ఏయే మూలద్రవ్యముల బాష్పములున్నవో తెలిసికొనవచ్చును.

సూర్యకాంతిని వర్ణసూత్రాలాదిస్థితి ద్వారమున పంపించి పరీక్షించినయెడల శోషణవర్ణమాల మనకు కానవచ్చును. అందుచేత సూర్యగోళములో అధికతాపక్రమమును కలిగియున్న దీప్త్యావరణము అఖండవర్ణమాలను కలుగజేయుచున్నదనియును, దీప్త్యావరణమును పరివేష్టించియున్న పరివర్తకస్తరము సాపేక్షముగా కొంతతిక్కువతాపక్రమమందుండి, సూర్యవర్ణమాలలో నల్లని ఫ్రాక్టూఫర్ రేఖ లేర్పడుటకు కారణభూతమగుచున్నదనియును ఊహించవలసియున్నది. దీప్త్యావరణము నుండి ప్రసారితమైనకాంతి భూమిని చేరకుండ సంపూర్ణసూర్యగ్రహణసమయములో చంద్రుడురిక్తుచుండుటవలన అఖండవర్ణమాలపై నల్లనిరేఖ లేర్పడక ఆ నల్లని రేఖలస్థానములో దీప్తిమంతమైన వేర్వేరు వర్ణములరేఖలు గోచరమగును. దీనిని బట్టి సూర్యవర్ణమాలలోని ఫ్రాక్టూఫర్ రేఖలు పరివర్తకస్తరమువలననే యేర్పడుచున్నవన్నది నిస్సంశయము.

సూ ర్వాంక ము లు

దీప్త్యావరణమందలి తక్కువ కాంతిమంతమైన ప్రదేశములే సూర్యాంకములు. సూర్యాంకములనుగూర్చి చాలకాలముక్రిందటనే చైనాదేశీయులు తెలిసికొనియున్నారనుటకు

నిదర్శనము లున్నవి. మనపురాణములలోకూడ కొన్ని చోట్ల వీని ప్రస్తావన లేకపోలేదు. కాని శాఖలయొక్క శాస్త్రజ్ఞుడు దూర దర్శిని నిర్మించువరకును వీనిని గురించి సుస్పష్టమైన భావము లేనవినిలేవు. గతశతాబ్దమునుండి జరుగుచున్న తీవ్రపరిశోధనలవలన వీనిని సూర్యనక్షానము బాగుగా హెచ్చినది.

సూర్యాంకములలో నొకదానిని ప్రత్యేకించి, జాగ్రత్తగా పరిశ్రమించినయెడల దానిలో ఇంచుమించు మధ్యభాగమున గాఢ తమోమయమగు కృష్ణవర్ణప్రదేశము కనిపించును. దీనికి పూర్వచ్ఛాయ యని పేరు. ఈ పూర్వచ్ఛాయను చుట్టి పేలవమైన కృష్ణవర్ణప్రదేశ ముండును. దీనికి ఖండచ్ఛాయ యని సాంకేతికనామము. అయితే అన్ని సూర్యాంకములందును ఈ భాగమును తప్పనిసరిగా నుండునని చెప్పలేము. ఒక్కొక్కపుడు కొన్ని సూర్యాంకముల పూర్వచ్ఛాయలను పరివేష్టించి ఒకే ఖండచ్ఛాయ యుండును.

దీప్త్యవరణమందలి తక్కువ కాంతిమంతమైన ప్రదేశములను 'సూర్యాంకములు అనగా మచ్చలు' అని చులుకనగా మనము పేర్కొనినను వాని వైశాల్య మొక్కొక్కపుడు భూవైశాల్యముకంటె నెన్నో రెట్టిధికముగ నుండును. సూర్యాంకములు విశిషిగా గాక సమూహములుగనే సామాన్యముగా గోచరమగును. విశిగా నొక సూర్యాంక మెన్నడైన కనపడినయెడల అనియొక సూర్యాంకసమూహముయొక్క అవశేషమే యని మనము గుర్తించవలెను. 1946 సంవత్సరము జనవరి 29 న ఖేదీ సూర్యగోళచిత్రరూపుఅంచున కనపడిన సూర్యాంక సమూహము 570,00,00,000 చతురపుమైళ్ళ వైశాల్యమునకు

వ్యాపించినది. దూరదర్శిని నిర్మింపబడినదిమొట్టమొదట అవేక్షితమైన సూర్యాంకసమూహములలో ఇదియే మిక్కిలి పెద్దది. 1947 ఫిబ్రవరి 5 నుండి మే నెల 7 వరకును కనపడిన సూర్యాంక సమూహముకూడ ఇంచుమించు ఇంత పెద్దదే. ఇట్టి పెద్ద సూర్యాంకములు వార్షికంగా కనపడవు కనపడదు. కాని దీప్త్యావరణమందు తరచుగా నేర్పడు సూర్యాంకములు చాల చిన్నవిగా నుండును.

సూర్యాంకముల వైశాల్యమందు భేదమున్నటులనే వాని జీవితచరిత్రనూనామందును భేదముండును. కొన్నిచిన్న సూర్యాంకములు బుద్బుద్ ప్రాయములై పుట్టిని మహిక్షణముననే నశించిపోవును. గంటలు, దినములు, నెలలకూడ నశింపకుండునున్న యంకము లనేకము లున్నవి. కాని నెలదినములకంటె ఎక్కువకాలముండునట్టి యంకములు చాలతక్కువగా నుండును. 1840 లో మాత్రము 18 నెలల వరకునున్న సూర్యాంకసమూహము నొకదానిని శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించి యుండిరి. ఇంతవరకు ఇదియే గరిష్ఠజీవితపరిమాణమును కలిగియున్న సూర్యాంకసమూహమునలె కొన్నించుచున్నది. 1946 జనవరి 29 తేదీని కనిపించిన అంకసమూహము 99 దినములున్నది.

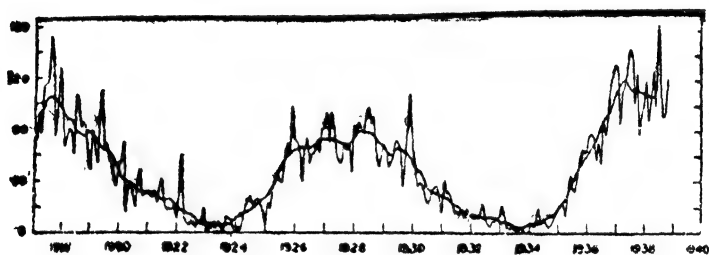
సూర్యాంకసమూహములు పెంపొందుగీతయును, నశించుతీరునుకూడ చాలచిత్రముగనేయుండును. సాధారణముగా అంకముల్నియును వేగముగా వృద్ధిచెంది, నెమ్మదిగా నశించునని విల్సన్ పర్యంత వేధశాలకుచెందిన ఆచార్యుడు నికల్ సన్ వదించెను. పెద్దదిగా విస్తరించునట్టి అంకసమూహమునందు

సామాన్యముగా రెండుచిన్న అంకరాసులుండును. ఈ రెండు రాసులును ఇంచుమించు ఒకే అక్షాంశమందుండును గాని వాని నడుమమాత్రము 4, 5 అంశలయెడముండును. ఈ రాసులలో పడమటనున్న దానిని అగ్రగామిరాశియనియును, తూర్పుననున్న దానిని అనుసారిరాశియనియును మనము పేర్కొనవచ్చును. ఈ రెండు రాసులును పెద్ద అంకసమూహముగా పెంపొందుటయే రూఢమైనయెడల, మొదటివారములోనే సామాన్యముగా నవి హెచ్చుచైశాల్యమును బడయును ; ఆ సమయములో వానినడిమిదూరముకూడ రమారమి 10 అంశలవరకును (రేఖాంశలు) హెచ్చును. ఆ సమయములో సాధారణముగా నీ రెండు ప్రధానాంకరాసులకును నడుమ చిన్న చిన్న అంకములనేకము లేర్పడుచుండును. కాని యివి చాల అస్థిరమైనవి.

సూర్యాంకసమూహము గరిష్ఠవిస్తృతిని పొందిన పిమ్మట అనుసారి అంకరాశి క్రమముగా చిన్న చిన్న రాసులుగా విడిపోయి, నశించిపోవును. ఆ సమయములో అగ్రగామిరాశికూడ తన్ను అనుసరించియున్న చిన్న చిన్న అంకములను గోల్పోయి, వర్తులమగు ఏకాంకముగా పరివర్తన మొందును. ఆ తరువాత నదికూడ క్రమముగా విస్తృతి తగ్గుటవలన నశించిపోవును.

సూర్యాంకములు సంఖ్యావిషయమునకూడ నెల్లప్పుడును సమానముగ నుండవు. ఒకమాసముకంటె మరియొక మాసములో వాని సంఖ్య క్రమముగ హెచ్చి, గరిష్ఠపరిమాణమును పొందిన పిమ్మట, తిరిగి క్రమముగ తగ్గి కొన్ని నెలల పిమ్మట కనిష్ఠ పరిమాణమును చేరుకొని, అంతటనుండి క్రమముగ హెచ్చును.

ఈరీతిగా సూర్యాంకములసంఖ్య హెచ్చుటయును, తగ్గుటయును ఒక ఆవృత్తిక్రమముతో జరుగుచున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. అంతేగాక ప్రతిసంవత్సరము జనించు మొత్తము సూర్యాంకములను పోల్చిరించిననుకూడ అవియును ఎల్లప్పుడు సమానముగనుండక ఒక ఆవృత్తిక్రమముతో హెచ్చుచును తగ్గుచును నున్నవని స్పష్టమగును. ఈవిషయమును మొట్టమొదట కనుగొనినవిజ్ఞాని ఎస్. హెచ్చి. స్కాప్లే. సూర్యాంకములనుగూర్చి అంతవరకు (1843) సేకరింపబడిన అవేక్షణ



26 వ చిత్రము

సూర్యాంకముల ఆవృత్తిము.

౫- అక్షము కాలమును, ౪- అక్షము పూర్ణసంఖ్యలను తెలియజేయును. ఫలితములను నిశితముగా పరిశీలించి, సూర్యాంకములసంఖ్య వరుసగా రెండుమార్లు గరిష్ఠపరిమాణమును బొందుటకు నడిమి అంతరము, అనగా సూర్యాంకముల యావృత్తికాలము 11 లేదా 12 సంవత్సరము లుండునని ప్రకటించెను. కాని తరువాత కొందరు శాస్త్రజ్ఞులీ యావృత్తికాలము 23 సంవత్సరములనియును, 45 సంవత్సరములనియును, మరియొకటి యనియును, మరియొకటి యనియును ఏమేమో నచించిరి.

ఈయావృత్తికాలమును 11.2 సంవత్సరములుగా పరిగణించిన సమంజసముగా నుండునని ఆధునిక ఖగోళశాస్త్రప్రవీణులు పలువు రభిప్రాయపడుచున్నారు. కాని యిదికూడ ప్రామాణ్యముకాదు. గతసంవత్సరముల అవేక్షణఫలితముల ననుశీలించినచో రెండుగరిష్ఠసంఖ్యాకముల నడుమ 13 సంవత్సరములు, 12 సంవత్సరములు, 10 సంవత్సరములు, 8 సంవత్సరములు, ఒక్కొక్కచో 16 సంవత్సరములునుకూడ అంతరమున్నదని వ్యక్తమగును. అందుచేత సూర్యాంకములసంఖ్య యొక ఆవృత్తిక్రమములో మారుచుండుననియును, ఆ యావృత్తికాలము సుమారు 11.13 సంవత్సరములుండుననియును మనము వచింపగలముగాని ఆకాల మింతయని నిశ్చయముగా చెప్పజాలము.

ఇక సూర్యాంకము లేర్పడునిధానమందుకూడ నొక విచిత్రమున్నది. ఇవి దీప్త్యవరణమం దంతటను ఏర్పడక సూర్యగోళమధ్యరేఖ కిరునైపులను 40 ఉత్తర, దక్షిణఅక్షాంశముల లోపుననున్న ప్రదేశములందే యేర్పడును. ఆవృత్తి ప్రారంభమందివి 40 ఉత్తర దక్షిణ అక్షాంశముల సమీపమున నేర్పడును. ఆవృత్తి సాగినకొలవెయు నివి క్రమముగా తక్కువ అక్షాంశములందు హెచ్చుగా గోచరములగుచు ఆవృత్తి పూర్తయగుసరికి సూర్యగోళ మధ్యరేఖాప్రాంతమున విశేషముగా కాన్పించును. కాని సూర్యగోళమధ్యరేఖమీద నెన్నడును అధికసంఖ్యలో అంకములు కానరావు. మరియు ఒకేసమయమున సూర్యగోళమందు ఉత్తరదక్షిణములుగా వ్యాపించియున్న అంకములకంటె తూర్పుపడమరలుగా వ్యాపించియున్న

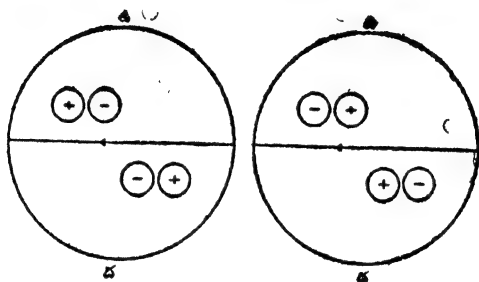
అంకములసంఖ్యయే చాల హెచ్చుగనుండును. అంతేగాక పెద్దఅంకము నాశ్రయించియుండు చిన్నఅంకములు దాని చుట్టును వ్యాపించియుండక పెద్దఅంకమునుబట్టి తూర్పునుండి పడమరకు బాకుతీరి యుండును. దీనినిబట్టి ఒకసమయమందు ఒకే అక్షాంశముపై సూర్యాంకము లేర్పడుటకు ప్రయత్నించు చుండునని మనకు స్పష్టమగును.

సూర్యాంకములనుండి వికీర్ణమగు కాంతిని ప్రత్యేకముగా వర్ణమాతామాపక సాహాయ్యమున ననుశీలించుటవలన ఆ యంకములతాపక్రమము దీప్త్యావరణపుతాపక్రమముకంటె తక్కువ యనియును, పూర్ణచ్ఛాయతాపక్రమము రమారమి 4800°K ఉండుననియును విదితమైనది. దీప్త్యావరణముకంటె సాపేక్షముగా తక్కువ తాపక్రమస్థితియందు సూర్యాంకము లుండుటచేతనే వానిదీప్తిసాపేక్షముగా తక్కువగనున్నది. ఈశతాబ్దపు టారంభమునుండియు విల్సన్ పర్వతవేధశాలయందు హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడు సాగించిన అనుశీలనములవలన సూర్యాంకములు తక్కువదీప్తిమంతమైన ప్రదేశములేగాక శక్తిమంతమైన అయస్కాంతక్షేత్రములనికూడ స్పష్టమైనది. ఈఅయస్కాంతక్షేత్రముల తీక్షణత భూమ్యయస్కాంత క్షేత్రతీక్షణతకంటె కొన్ని లక్షలరెట్లు అధికముగ నుండును.

సూర్యాంకములందలి అయస్కాంతక్షేత్రముల యనుశీలనమువలన విచిత్రమైన విజ్ఞానాంశము లనేకములు బయల్పడినవి. సూర్యాంకములు సుమారు 11.13 సంవత్సరముల ఆవృత్తి ననుసరించియున్నవనియును, ఈయావృత్తి ఉత్తర

దక్షిణార్ధగోళములందు 40 అక్షాంశప్రాంతములలో ప్రారంభమై, సూర్యగోళమధ్య రేఖాప్రాంతములకు జరిగి అక్కడ అంతమొందు చున్న దనియును తెలిసికొనియుంటిమి. దీనినిబట్టి 1901 సంవత్సర ప్రాంతమున 40 ఉత్తరదక్షిణ అక్షాంశములందు ప్రారంభించిన ఆవృత్తి 1912 లో సూర్యగోళమధ్యరేఖాప్రాంతమందు అంతమొందుచుండినయెడల, ఆసమయముననే నూతనావృత్తి 40 ఉత్తర దక్షిణఅక్షాంశములందు ప్రారంభమగునని విదితమగును. వాస్తవముగా 1912 వ సంవత్సరము తక్కువ సంఖ్యగల అంకములుగల సంవత్సరములలో నొకటి. 1912 లో ఫేల్ శాస్త్రజ్ఞుడుగావించిన యవేక్షణలవలన ఉన్నతఅక్షాంశములందలి నూతన ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, నిమ్నాక్షాంశములందలి ప్రాతయావృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును పరస్పరవిరుద్ధములుగా నున్నట్లు విదితమైనది. మరియు నొకేయావృత్తిలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, అనుసారిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయునుకూడ పరస్పర విరుద్ధములుగా నున్నట్లు వ్యక్తమైనది. కాబట్టి 1912 లో ఆరంభమైన నూతనావృత్తిలోని అంకసమూహములందలి అగ్రగామిరాశియందును, అనుసారిరాశియందును తొలుదొలుత నేలయస్కాంతలక్షణములు గోచరమయ్యెనో 1923 వరకును ఆయావృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశియందును, అనుసారిరాశియందును సరిగా ఆ అయస్కాంతలక్షణములే ప్రత్యక్షమయ్యెను. కాని

తరువాత 1923 లో ఉన్నతఅక్షాంశములందు ప్రారంభమైన మరియొక ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామి, అనుసారిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలు 1912 లో ప్రారంభ



27 వ చిత్రము

ఒకే ఆవృత్తిలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, అనుసారిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును పరస్పరవిరుద్ధములుగ నుండును; మరియు నూతన ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును, ప్రాత ఆవృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాశి అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞయును పరస్పరవిరుద్ధములుగ నుండును.

మైన యావృత్తిలోని అంకసమూహములందలి అగ్రగామి, అనుసారిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలకు పూర్తిగా విరుద్ధముగా నున్నవి. దీనినిబట్టి ఆవృత్తి ననుసరించిన యావృత్తిలోని అంకసమూహములలో అగ్రగామిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలు పరస్పరవిరుద్ధముగను, ఒకఆవృత్తిని విడిచి వేరొక ఆవృత్తిలోని అగ్రగామిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞలు సమానముగను నుండునని వ్యక్తమగును. అట్లే అనుసారిరాసుల విషయమున కూడ నుండును.

సూర్యాంకముల లక్షణములనుగూర్చి కొంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనగలిగిరి గాని అవియేల జనించుచున్నవో మాత్ర మింతవరకు వానికి స్పష్టముగా నవగతముకాలేదు. సూర్యుని దీప్త్యవరణము అత్యుగ్రతాపక్రమస్థితియందున్న వాయుమండల మని గ్రహించితిమి. ఈవాయుమండలపు టుపరి తలమునం దేర్పడిన సంక్షోభములవలననే యీఅంకము లేర్పడు చున్నవనుటలో సందేహములేదు. అయినచో నీసంక్షోభ స్వభావ మెట్టిది? ఆ సంక్షోభము గలుగుటకు కారణమేమి? ఈవిషయములను గురించి వేర్వేరు శాస్త్రజ్ఞులు వేర్వేరు అభి ప్రాయములను వెలిబుచ్చుచున్నారు. కాని యింతవరకును వామ ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతములలో ఒక్కటియునుకూడ అవేక్షణ ఫలితములతో నేకీభవించుటలేదు. ఈశతాబ్దప్రారంభములో హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించినవాదమే వానిలో కొంత మెరుగుగానున్నది.

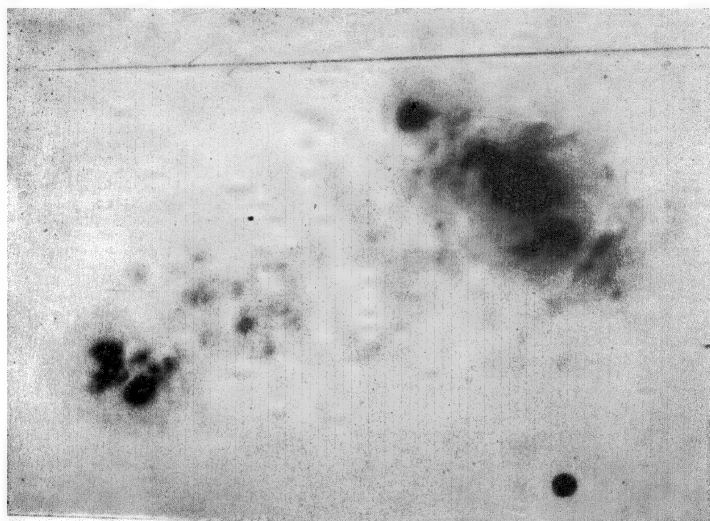
దీప్త్యవరణములో అట్టడుగునండి ఉపరిభాగమునకు అత్యుగ్రతాపక్రమస్థితియందున్న వాయుద్రవ్య మమితవేగ ముతో ఎగసికొనివచ్చును. ఇట్లధికవేగముతో నది పైకెగసి కొనివచ్చుటలో దానియందు సుడులేర్పడును. సూర్యగోళ మందలి ద్రవ్యమంతయు అయనీకరణము నొందియున్నదని లోగడ మనము తెలిసికొనియుంటిమి. సూర్యాంకములందు అయనీకరణమునొందియున్నద్రవ్య మిఠితిగా గిట్టున తిరుగుచుండుటచేత ఆద్రవ్యమునకు మధ్యభాగమున అయస్కాంతక్షేత్ర మేర్పడుచున్నది. ఇక అడుగుభాగమునుండి పైకివచ్చినవాయు ద్రవ్యము దీప్త్యవరణపు టుపరితలమును చేరుకొనిన వెంటనే,

అక్కడి ప్రేషము తక్కువగాన వ్యాకోచమును పొందును. తన్నూలముగా దాని తాపక్రమము క్షీణింప దూరమున కది సాపేక్షముగా తక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరించును. సాధారణముగా అడుగుభాగమునుండి పైకివచ్చుటలో వాయుద్రవ్యము U- ఆకారముగల సుడిగా ఏర్పడియుండవచ్చును. ఆసందర్భములో దానిరెండుకొనలును రెండుఅంకములుగా గోచరింపవచ్చును. ఈయంకములందలి ద్రవ్యము ఒకదానియందు సవ్యముగాను, రెండవదానియందు అపసవ్యముగాను తిరుగుచున్నదని భావించినయెడల ఒకయంకసమూహములో అగ్రగామి, అనుసారిరాసుల అయస్కాంతక్షేత్రసంజ్ఞ లేల పరస్పరవిరుద్ధములుగా నున్నవో మనము గ్రహింపవచ్చును.

హేల్ శాస్త్రజ్ఞుని ప్రైవేటిపాదన కొంతవరకు సమంజసముగ నున్నట్లుగనే స్ఫురింపవచ్చునుగాని సూర్యాంకములందలి ద్రవ్యము గిట్టున తిరుగుచున్నదో లేదో యింతవరకు ప్రత్యక్షముగా చూడఁబడలేదు. పైగా తిరుగుచున్నదే యని మన మంగీకరించినను, అట్లు తిరుగుటవలన సూర్యాంకములం దత్యధిక తీక్షణతగల అయస్కాంతక్షేత్రము లేర్పడుట కవకాశమున్నదా యనునది సందేహస్పదము.

విస్ఫులింగములు

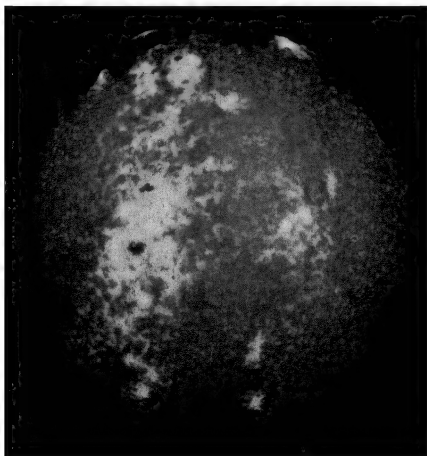
దీప్త్యావరణమందు సాపేక్షముగా తక్కువకాంతిగల సూర్యాంకముల నానుకొని విస్ఫులింగములనబడు ఎక్కువదీప్తిమంతమైన భాగములున్నవి. దీప్త్యావరణపు టంచులదగ్గర కాంతితీక్షణత సాపేక్షముగా తక్కువగనుండునుకాబట్టి ఆభాగము



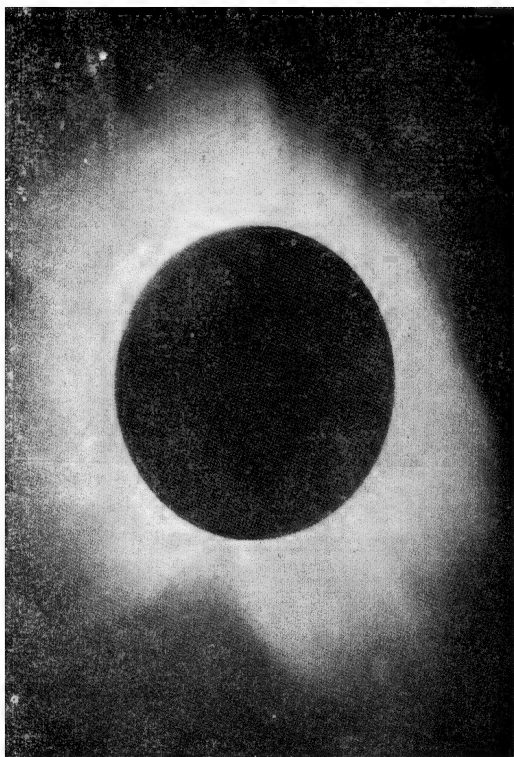
శ-వ పటము. ఎప్రిల్, 1947 నాటి సూర్యాంక
సమూహము. కుడివైపు దిగువ భాగమందున్న
గుండ్రని బింబము భూమియొక్క సాపేక్ష పరిమాణ
మును సూచించును. (పుట. 135)



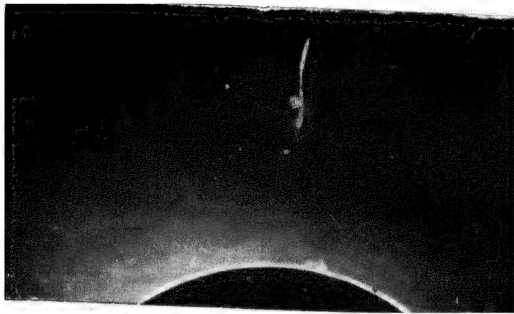
6-వ పటము. హైద్రాబాద్ కాంతిలో తీసిన సూర్యుని
ఛాయాచిత్రము (పుట. 149)



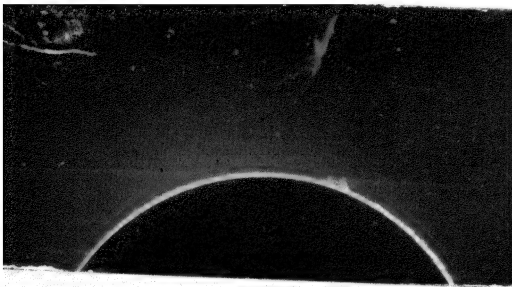
7-వ పటము. కార్నియమ్ కాంతిలో తీసిన సూర్యుని
ఛాయాచిత్రము (పుట. 149)



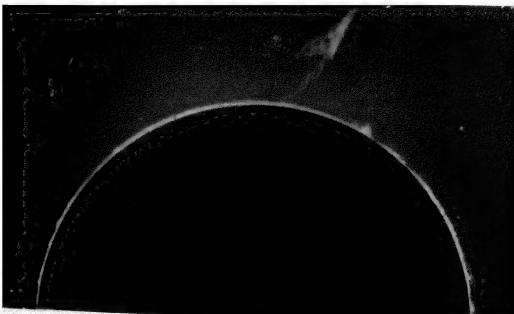
8-వ పటము. మకృతము (పుట. 151)



9 గం. 31 వి.



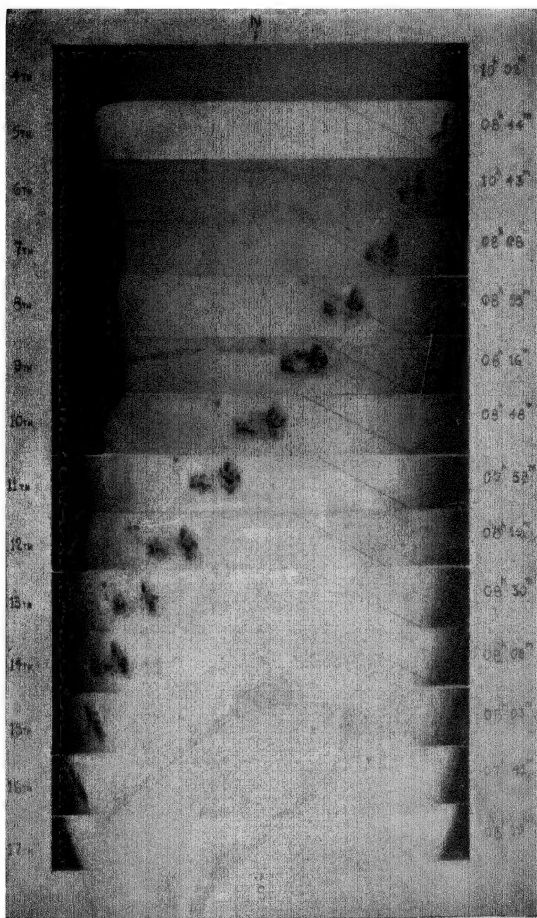
8 గం. 35 వి.



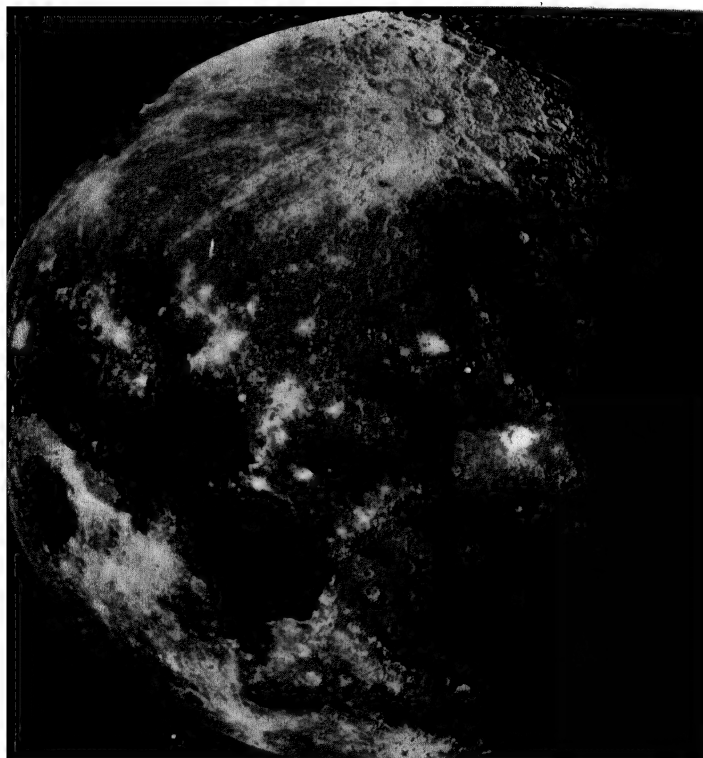
7 గం. 55 వి.

9-వ పటము. సౌరజ్వాలలు (పుట. 155)

19-11-'28 నాడు సూర్యగోళమందేర్పడిన పెద్ద సౌరజ్వాల యొకటి దీప్త్యావరణమునుండి
4,90,000 మైళ్ళు పైకెగయుటను పటములో గమనింపవచ్చును.



10-వ ఫటము. సూర్యగోళ ప్రమణము (పు. 161)



11-వ పటము. చంద్రుడు (పుట, 171)

లంఘన విస్ఫులింగములు చాలప్రస్ఫుటముగ గోచరమగును. దీప్త్యావరణముకంటె నివి యెక్కువదీప్తిమంతములగుటకు కారణము వానితాపక్రమము దీప్త్యావరణతాపక్రమము కంటె హెచ్చుగనుండుటయే. వానితాపక్రమము రమారమి 7400°K ఉండును. విస్ఫులింగములుకూడ కలకాలము నిలిచి యుండువు. సూర్యాంకముల జీవితపరిమాణమువలెనే వీని జీవిత పరిమాణముకూడ కొన్ని యుగములనుండి కొన్ని నెలలవరకు నుండును.

పరివర్తకస్తరము

భూగోళమునావరించి వాతావరణ మెట్లున్నదో అట్లే సూర్యగోళములో దీప్త్యావరణమును పరివేష్టించి తక్కువ సాంద్రతగల ఆవరణములు కొన్నియున్నవి. కాని భూవాతావరణముతో ఈఆవరణములను పోల్చుట అంతసమంజసము కాదు. భూతలమునకును వాతావరణమునకును నడుమ ప్రస్ఫుటమైన సరిహద్దు గలదు ; కాని అట్టిది దీప్త్యావరణము నకును దానిని పరివేష్టించియున్న ఆవరణములకును నడుమలేదు. దీప్త్యావరణసాంద్రత క్రమానుగతక్షీణతను పొందుటవలన దీప్త్యావరణపు టుపరిభాగమును, దానిపైయావరణల అధోభాగములను ఒకదానితోనొకటి లీనమగుచున్నవి.

సూర్యగోళమందు దీప్త్యావరణమునకు పైనున్న ఆవరణలలో దీప్త్యావరణమును చేరియున్న దానికి పరివర్తకస్తరము అని పేరు. సూర్యవర్ణమాలలో నల్లని ఫ్రాహోఫర్ రేఖ లేర్పడుట కిదియే కారణము. దీప్త్యావరణము ప్రసరించుచున్న

అఖండవర్ణమాలనుండి యీపరివర్తకస్తరమునందున్న మూల ద్రవ్యములు తమ కనుగుణమైన వర్ణములను శోషించుటచేత నావర్ణ్యోపము గలిగి సూర్యవర్ణమాలయం దాయాప్రదేశము లలో నల్లనిరేఖలు కానవచ్చుచున్నవి. అఖండవర్ణమాలనుండి కొన్నిరంగుల కాంతులను శోషించగల సామర్థ్యము అఖండవర్ణ మాల నుత్పత్తిచేయుదానికంటె తక్కువ తాపక్రమముందుండి ఆయుత్పత్తిస్థానమును చుట్టియున్న మండలమునకే యున్నదిగాన దీప్త్యావరణతాపక్రమముకంటె పరివర్తకస్తరతాపక్రమముతక్కువనుట నిశ్చయము.

సూర్యవర్ణమాలయందు రమారమి 21,835 ప్రాక్ హోఫర్ రేఖలను ఇంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు 'రికార్డు' చేసిరి. ఈరేఖలలో కొన్నిమాత్రము భూవాతావరణముచే నేర్పడినవి. సూర్యకాంతి అవేక్షకుని చేరుచున్న భూవాతావరణముద్వార మునకూడ ప్రసరింపవలసియున్నది కాబట్టి ఆసమయములో సూర్యకాంతియందలి కొన్నివర్ణములను భూవాతావరణమందలి గాలులు శోషించును. అందుచేత కేవలము భూవాతావరణ శోషణముచే నేర్పడిన రేఖలుకొన్ని సూర్యవర్ణమాలయం దుండుటకు వీలున్నది. ఇట్టిరేఖలకు భౌమరేఖలనిపేరు. మిగిలిన రేఖలన్నియును పరివర్తకస్తరమునందలి ద్రవ్యముచే కలిగినవే. అక్కడక్కడ కొన్ని రేఖలుమాత్రము సూర్యాంకములచే నేర్పడినవికూడ నుండవచ్చును. ఈరేఖలనుబట్టి యరసిన ఫలిత ములవలన భూమియందు లభ్యమగుచున్న మూలద్రవ్యములలో 61 మూలద్రవ్యములు* సూర్యగోళమందున్నవని స్పష్టమైనది;

* 1947 వ సంవత్సర సమాచారము.

ఇంకొక అయిదు మూలద్రవ్యముల యనుకొని మనుమానముగానున్నది. మిగిలిన మూలద్రవ్యములుకూడా సూర్యగోళమందుండుననుటకు సందేహములేదు. కాని వానిలో పెక్కిందికి సంబంధించిన ఛేదనలు భూవాతావరణమందలి ఓజోకావాయువు కనపడకుండుచేయుటచే, ఆ మూలద్రవ్యములు సూర్యగోళమందున్నదియు లేనిదియు తెలియకున్నది. భూవాతావరణమును దాటి పంపబడిన 'రాకెట్లు' తీయనట్టి సూర్యవర్ణమాలలనుబట్టి ఆమిగిలిన మూలద్రవ్యముల సమాచారముకూడా మనకు తెలియవచ్చును.

వర్ణావరణము

పరివర్తకస్తరమునకు వెలుపల దీప్త్యావరణముచుట్టునున్న యావరణమే వర్ణావరణము. దీనిసాంద్రత మిక్కిలితక్కువ. వర్ణావరణమునుండి దూరముగా పోయినకొలదియు దీనిసాంద్రత క్రమముగా క్షీణించును. ఇదికూడ కొంత కాంతిమంతమైన మండలమేయైనను దీప్త్యావరణదీప్తితో పోల్చినపుడు దీనిదీప్తి మిక్కిలితక్కువ. అందుచేత సూర్యుని ప్రచండతేజస్సుతో నక్షత్రములనుచూడజాలనట్లు దీప్త్యావరణపు టధికదీప్తితో దీనిని చూడలేము. కాబట్టి దీని ననుశీలించుటకు తగినసమయము సంపూర్ణసూర్యగ్రహణ కాలమందు దీప్త్యావరణము పూర్తిగా మరుగుపడియున్న తరుణమే. ఈయనుశీలనమువలన వర్ణావరణములో దీప్త్యావరణమునకు చేరువగానున్న భాగమందు కాంతి తీక్షణత కొంత హెచ్చుగానుండి దూరమునకు పోయినకొలదియు క్రమముగా తగ్గునని విచితమైనది.

వడ్డావరణపు సరాసరిసాంద్రత దీప్త్యావరణసాంద్రతలో లక్షలవంతును, భూవాతావరణసాంద్రతలో వేలవంతును ఉండునేమో ! దీనితాపక్రమము దీప్త్యావరణతాపక్రమము కంటె చాలతక్కువ యని కొద్దికాలముండించువరకు శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండెడివారు. కాని యిటీవల రెడ్ మన్ విజ్ఞాన వడ్డావరణపు తాపక్రమము 30,000 అంశలని నిరూపించెను. అయినచో దీప్త్యావరణతాపక్రమముకంటె వడ్డావరణపు తాపక్రమము సుమారు అయిదురెట్లుండును.

వడ్డావరణమును సంపూర్ణసూర్యగ్రహణ సమయము లందేగాని ప్రత్యక్షముగా నవేక్షింపలేకపోయినను విజ్ఞానపరికరముల సాహాయ్యమున దానిని సదా యనుశీలించుట కవకాశమున్నది. ఇట్టి యనుశీలనములవలన వడ్డావరణమునందు కూడ అనేకమూలద్రవ్యములు వాయురూపములోనున్నవని విశదమైనది. కాని వీనిలో ఎరువురంగు కాంతిని ప్రసరించు హైడ్రోజని, హీలియమ్, కాల్షియమ్ మున్నగు మూలద్రవ్యములే సాపేక్షముగా నెక్కువగానున్నవి.

ఒక్కొక్కపుడు వడ్డావరణముయొక్క ఛాయాచిత్రములను ఏకవర్ణకాంతిలో తీయుదురు. ఇట్టివానికి 'స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్' లనిపేరు. ఈస్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్ లనుగూర్చి చర్చించుటకు పూర్వము కాంతివర్ణమునుగూర్చి ఒకటిరెండు విషయములు ప్రస్తావించవలసియున్నది. ఒకవస్తువునుండి ఊదా మొదలు ఎరుపువరకును గలకాంతులలో కొన్నిరంగులకాంతులు ప్రసారితమగుచున్నవనుకొందము. ఆవస్తువునందలి వేర్వేరు

భాగములు మైంగులతో నొక్కొక్క-చానీ ప్రసరించుచున్న వనికూడ అనుకొందము. అప్పుడు ఎట్టిని గాఢఫలకముద్వారమునగాని, ఎట్టిని కాంతిలోగాని ఆవస్తువును చూచినచో, ఆవస్తువులో ఎరుపురంగుకాంతిని ప్రసరించుభాగమే గోచరమై మిగిలినది నల్లగా నుండును. ఇతరనల్లకాంతిల విషయమున కూడనట్లే. అందుచేత ఏదైననొకరంగు గలకాంతిలో సూర్యుని ఛాయాచిత్రమును తీసినట్లయిన ఆరంగుగల కాంతిని ప్రసరించుచున్న సూర్యగోళభాగము దీప్తిమంతముగాగోచరమై, మిగిలిన భాగము తేజోహీనముగా నగపడును. మనము సూర్యుని ఛాయాచిత్రము నేరంగు కాంతిలో తీయుదుమో, ఆరంగుకాంతి యేమూలద్రవ్యమువలన కలుగుచున్నదో తెలిసికొన్నయెడల ఆరంగుకాంతిలో తీసిన సూర్యుని ఛాయాచిత్రమునుబట్టి వర్ణావరణమునం దామూలద్రవ్య మెంతవిఃవిగానున్నదో అరయవచ్చును. సాధారణముగా 'స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్' లను కార్నియమ్ ప్రసరించు ఊదారంగుకాంతిలోను, హైడ్రోజని ప్రసరించు ఎరుపురంగుకాంతిలోను తీయుదురు. 6, 7 పటములట్టి ఛాయాచిత్రములే.

'స్పెక్ట్రోహీలియోగ్రాఫ్' లను పరీక్షించినయెడల అవి తేజోవంతములైన మచ్చలతోను, కాంతిహీనములైన మచ్చలతోను పొడలు పొడలుగా నున్నట్లు స్పష్టమగును. ఈపొడల పొడల భాగములకు 'ఫ్లేక్స్' లనిపేరు. 'కార్నియమ్ ఫ్లేక్స్ లీలు' సాధారణముగా తేజోవంతములై యుండును. ముఖ్యముగా నవి సూర్యాంకముల చెంతనేయుండి, ఒక్కొక్కపుడు

సూర్యాంకములనుకూడ కప్పవేయుచుండును. 'హైద్రాబాద్ ఫ్లోక్యులీ' లతో తేజోవంతములైనవియును, తేజోహీనములైనవియునుకూడ నున్నవి. ఇవి నాధారణముగా పోచలవలె సాగి యుండును ; కాల్షియమ్ ఫ్లోక్యులీయ గుత్తులు గుత్తులుగా చేరి యుండును. తేజోవంతములైన ఫ్లోక్యులీల తాపక్రమము దీప్త్యావరణ తాపక్రమముకంటె అధికమగుటచేత అవి అధికదీప్తితోను, తేజోహీనములైన ఫ్లోక్యులీలయొక్క తాపక్రమము దీప్త్యావరణతాపక్రమముకంటె తక్కువగుటవలన అవి మందదీప్తితోను కనపడుచున్నవి.

మ కు ట ము

వర్ణావరణము నానుకొని మకుటమున్నది. దీనిసాంద్రత మిక్కిలితక్కువ. దీప్త్యావరణముతో పోల్చినపుడు దీనిదీప్తి చాలతక్కువ యగుటవలన, సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణసమయ మందుగాని దీని నవేక్షింపలేము. ఒకప్రదేశములో చంద్రగ్రహణమువలె సూర్యగ్రహణము తరచుగా సంభవించదు. అందును సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణముకలుగుట చాలఅరుదు. ఇక సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణకాలమందైనను సూర్యుని దీప్త్యావరణమును సంపూర్ణముగా నాలుగు నిమిషములకంటె హెచ్చుకాలము చంద్రగోళ మాచ్ఛాసించలేదు. ఈ హేతువులన్నింటి వలనను మకుటము ననుశీలించుట శాస్త్రజ్ఞులకు హెచ్చుప్రయాసముగా పరిణమించినది.

మకుటము తేజోవంతమైన ఆకుపచ్చని కాంతిని ప్రసరించుచు వర్ణావరణమునుండి లక్షలకొలది మైళ్ళవరకును

వ్యాపించియున్నది. దీని యాకారము దీప్త్యావరణమున జనించు సూర్యాంకముల సంఖ్యనుబట్టి మారుచుండును. సూర్యాంకములసంఖ్య గరిష్ఠమై యున్నపుడు వర్ణావరణము చుట్టు నిది సమ్మితముగా వ్యాపించియుండును; కాని సూర్యాంకములసంఖ్య కనిష్ఠముగా నున్నపు డిది వర్ణావరణము చుట్టును సమ్మితముగా నుండక సూర్యగోళమధ్యక్షా ప్రాంతమందు కొంచెము సాగి యును, ధ్రువప్రాంతములందు కొంత అనుమబడియు నుండును.

మకుటమునందలి యొక కమనీయమైన దృశ్యము జ్యోతిష్పంక్తులు. అయస్కాంతము నొకదానిని అట్టపై జెట్టి, ఆ అట్టమీద సమముగా నన్నని ఇనుపపాడిని పేర్చి అట్టను నెమ్మదిగా చేతితో త్రట్టినయెడల అది పంక్తులుగా తీర్చి దిద్దినట్లేర్పడును. ఈపంక్తులు ధ్రువములదగ్గర అందముగావంపు తిరిగి ధ్రువములను చేరుకొనును. ఈరీతిగనే మకుటమునందు కూడ కాంతి కిరణములు అందముగా వంపుతిరిగి సూర్యగోళ ధ్రువములను చేరుకొనుచున్నట్లుగపడును. ఈకాంతికిరణము లకే జ్యోతిష్పంక్తు లనిపేరు.

మకుటము సాంద్రత యెంతతక్కువ యైనప్పటికిని అది కూడ కొంతకాంతిని ప్రసరించుచుండును. మకుటము ప్రసరించునట్టి మొత్తముకాంతి దీప్త్యావరణము ప్రసరించు కాంతిలో సుమారు పదిలక్షోవంతును, పూర్ణిమచంద్రుని వెన్నెలలో రమారమి సగమునుండునని శాస్త్రజ్ఞులూహించినారు. ఈ కాంతిలో రమారమి సగముభాగము వర్ణావరణమునకు ఒకలక్ష మైళ్ళలోపుననున్న భాగమునుండియే లభ్యమైనది.

మకుటమునుండి విక్రేయమైన కాంతిని వర్ణమాలామాపకముతో ననుశీలించుటవలన కొన్ని విచిత్రమైన నిషయములు తెలియవచ్చినవి. మకుటముచే నేర్పడినది అఖండవర్ణమాల. ఆవర్ణమాలయందు 26 కాంతిమంతమైన రేఖలుకూడా గోచరమైనవి. మకుటముయొక్క వర్ణమాలయందు దీకాంతిమంతమైన రేఖ లేదు. గోచరమగుచున్న రో వివరించుట చాలకాలము వరకును శాస్త్రజ్ఞులకు సాధ్యముకాలేదు. సామాన్యముగా నిట్టికాంతిమంతమైన రేఖ లేర్పడవలసినది వానిని కలుగజేయుచున్న తేజోత్పత్తిస్థానపు తాపక్రమము కొన్నిలక్షల అంశలుండవలెను. కాని దీప్త్యావరణమునకు చాలదూరమున అతిపలుచగానున్న మకుటము అంతిమోచ్చతాపక్రమమును కలిగియుండుట యసంభవమను నమ్మకముతో ఇటీవలవరకును శాస్త్రజ్ఞులందుటచే ఆవైపున కేవలాయోజనలు సాగలేదు. కాగా భూమియందులేనట్టి 'కొన్క్లయమ్' అనునొక ద్రవ్యమువలన మకుటవర్ణమాలయందలి రేఖ లేర్పడుచున్నదని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులు ప్రతిపాదించిరి. కాని అది యెవరికిని సమ్మతముకాలేదు. ఆతరువాత 1939 వ సంవత్సరములో గ్రోట్రీయన్ అను జర్మనీదేశవిజ్ఞాని, 'అల్పసాంద్రతాస్థితియందున్న మూలద్రవ్యములు అత్యధికతాపక్రమస్థితియందున్న మూలద్రవ్యములొసగునటువంటివర్ణమాలలనే యేర్పరుచునని' సిద్ధాంతీకరించి, ఇనుము, నికెల్, కాల్షియమ్వంటి లోహములవలననే యీరేఖ లేర్పడుచున్నదని వివరించెను. కాని యీసిద్ధాంతమునుకూడ శాస్త్రజ్ఞులందరు ఐక్యకంఠముతో నామోదించలేదు. మకుటము

అత్యధిక తాపక్రమస్థితియందున్న నేగాని అది వడ్డావరణమును దాని లక్షణానిమైత్వము ప్రదేశములోనికి విస్తరించియుండలేదని యును, తిన్నూలముగా అది అత్యధిక తాపక్రమస్థితియందుండుటే రూఢముగాయును ఆధునిక శాస్త్రజ్ఞులలో పలువురు వచించుచున్నారు. బహుశః అది సత్యముగావచ్చును. మకుటము యొక్క తాపక్రమము రమారమి 10 లక్షల అంశలుండునని విజ్ఞులూహించుచున్నారు.

పైని పేర్కొనినట్లు మకుటము ననుశీలించుటకు తగిన సమయము సంపూర్ణసూర్యగ్రహణకాలమే. ఇటీవలవరకును సంపూర్ణసూర్యగ్రహణసమయములలోనే దానిని శాస్త్రజ్ఞులవేక్షించుచుండిరి. కాని 1930 లో లాయట్ అను వ్రాన్సుదేశ విజ్ఞాని సూర్యగ్రహణములేని సమయములోకూడ మకుటము నవేక్షించుటకుగాను 'కొరొనాగ్రాఫ్' అనునొక పరికరమును కల్పించెను. ఈపరికరముయొక్క ముఖ్యవ్యాపారము కృత్రిమముగా సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము నేర్పరచుట. ఈపరికరము బాగుగా వాడుకలోనికి వచ్చినవిమ్మట మకుటమునుగూర్చి మనకింకను ఎక్కువవిషయములు తెలియవచ్చుననుటకు సందేహములేదు. అప్పుడు మకుటావరణతత్వము సంపూర్తిగా అవగతమగునేమో !

భూవాతావరణముపైకి బెల్టునులలో దూరదర్శినులను పంపి, వానిచే మకుటముయొక్క ఛాయాచిత్రములను తీయించుటకు ప్రస్తుతము ఆంగ్లశాస్త్రజ్ఞులు ప్రయత్నించుచున్నారు. ఈప్రయత్నము సఫలమైననుకూడ మకుటస్వభావము విశదమగుట కవకాశమున్నది.

సౌ ర జ్వాల లు

సంపూర్ణసూర్యగ్రహణసమయమందు దూరదర్శినితో సూర్యునిచూచినయెడల, చంద్రునిచే నాచ్ఛాదించబడిన భాగమునుండి రెపరెపలాడుచు ఎఱ్ఱగన్రకాశించుచున్న జ్వాలలు వైకి దగ్ధమించుచున్నట్లు గోచరమగును. ఆకాశచ్ఛనిరంగుతో ప్రకాశించుచున్న మహటప్రకృతభూమిపై నీయెల్లని జ్వాలలు కడు మనోహరముగనుండును. వీనిని మొట్టమొదట 1733 వ సంవత్సరము మే నెలలో స్వీడన్ దేశ ఖగోళవిజ్ఞాని వేసేనియన్ కనుగొనెను. ఈజ్వాలలకే సౌరజ్వాలలనిపేరు.

సౌరజ్వాలలు సూర్యగోళమందు వాస్తవముగా నేర్పడుచున్నవి కానని ఆనిలో కొందఱు శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడిరి. భూమిమీద మృగతృష్ణలు మున్నగునవి నిజముగా లేకపోయినను ఉన్నట్లే యెట్లు గోచరించునో అట్టిగనే సౌరజ్వాలలు సూర్యగోళమందున్నట్లు చంద్రునిచేత నెఱులనో చూపబడుచున్నవని వాదంతలంచిరి. కాని ఆతరువాతి యవేక్షణలవలన ఇవి వాస్తవముగా సూర్యగోళమందేర్పడుచున్నవే యని నిర్ధారణయైనది. సెప్టెంబ్రీహీలియోగ్రాఫ్ సాహాయ్యమున సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము లేవనమయమందుకూడ వీని నవేక్షింపవచ్చును ; అనుశీలింపవచ్చును.

సెప్టెంబ్రీహీలియోగ్రాఫ్ ద్వారమున చూచినపుడు వర్ణావరణము నానుకొని మహోన్నత పర్వతపరిమాణమందున్న జ్వాలలవలె సౌరజ్వాలలు కనపడును. ఇవి అత్యధికవేగముతో సూర్యగోళమునుండి లక్షలకొలదిమైళ్ళయెత్తున కెగయుచుండును.

కాని సామాన్యముగా సవి యెగ సెడి దూరము 30,000 మైళ్ళుండును. సౌరజ్వాలలమందము రమారమి 6,000 మైళ్ళును, పొడుపు 1,25,000 మైళ్ళును నుండును. భూపరిమాణమునకు రమారమి 93 రెట్లు పరిమాణమును ఒక్కొక్క సౌరజ్వాల కలిగియుండునన్నచో, అవియెంత పెద్దవో మనము గ్రహంప వచ్చును.

సౌరజ్వాలలు సూర్య గోళమునుండి బయలుదేరి అత్యధిక వేగముతో పైకెగయుచుండునుగాన వాని ననుశీలించుటకష్టము. అందుచేత ఇటీవల ప్రత్యేకపద్ధతుల నుపయోగించి వానిని 'సిసీమా' తీయుచున్నారు. ఒక నటుని సిసీమా తీసి ఆ సిసీ మాను తిరిగి ప్రదర్శించుటవలన నతడేరితిగా నటించినదియు నెట్లు తెలిసికొనవచ్చునో అదేవిధముగా సౌరజ్వాలల సిసీమా లనుచూచి వానినిగూర్చి తెలిసికొనుటకు వీలున్నది.

సౌరజ్వాలల ఆకారపరిమాణములలోను, సూర్యగోళము నుండి అవి పైకెగయునట్టి వేగములోనుకూడ వ్యత్యాసము లున్నవి. పర్వతాకారమందున్నవి, వంకెన ఆకారమందున్నవి, జ్వాలాశిఖాకారమందున్నవి-వివిధాకారములందున్నవి వానిలో కలవు. పర్వతాకారమందున్న సౌరజ్వాలలు చాలనిలుకడగా గోచరించును; జ్వాలాశిఖాకారమందున్నవి విపరీతమైన చైతన్య స్థితిలో నున్నట్లుకనపడును. వీనివేగము సెకనునకు రమారమి 450 మైళ్ళవరకును ఉండును. సౌరజ్వాలలు అధికవేగముతో సూర్యగోళమునుండి పైకెగసినకొలదియును వ్యాకోచించి, మరింత పలుచనై, క్రమముగా అదృశ్యమగును.

దీప్త్యావరణమందు సూర్యాంకములసంఖ్య హెచ్చుగా నున్నపుడు సౌరజ్వాలలసంఖ్యకూడ అధికముగా నుండునని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులు వచించుచున్నారు. కాని సూర్యాంకములకును వానికిని సన్నిహితసంబంధమున్నదని నిశ్చయముగా చెప్పలేము. సూర్యాంకములు లేనిసమయములందుకూడ సౌరజ్వాలలు ఎక్కువగా గోచరమగుచుండును. ప్రకాశస్థితియందున్న దీప్త్యావరణము తననుండి కొంతపదార్థమును పైకి నెట్టిచున్నదనియును, అదియే సౌరజ్వాలలుగా ప్రత్యక్షమగుచున్నదనియును కొంద రభిప్రాయపడుచున్నారు. కాని ఇవి యేర్పడుటకుగల కారణమింకను సరిగా అవగతముకాలేదు. వర్ణమాలామాపక పరిశోధనలవలన వానిలో హైడ్రోజని హెచ్చుగా నున్నదని స్పష్టమైనది.

సూ ర్య స ం చ ల న ము లు

ఈప్రకరణమును ముగించుటకు పూర్వము సూర్యసంచలనములనుగూర్చి యొకించుక వివరించవలసియున్నది. సూర్యుడు ప్రతిదినమందాను ప్రాతఃకాలముననే తూర్పుదిక్కున నుడుముచి దివాకాలమందంతటను వినువీధిని పయనించి సాయంసమయమున పశ్చిమమున నస్తమించినట్లు గోచరించును. మరియు కర్కటసంక్రమణమునుండి మకరసంక్రమణమువరకు దక్షిణాభిముఖుడయ్యును, మకరసంక్రమణమునుండి కర్కటసంక్రమణమువరకు ఉత్తరాభిముఖుడయ్యును సంచరించుచున్నట్లుకూడ ఆయన ప్రత్యక్షమగును. లోగడ పేర్కొనట్లు ఈ సంచలనములు సూర్యుని దృశ్యసంచలనములు ; భూభ్రమణపరిభ్రమణములవలన నవి కలుగుచున్నవి.

అనునక శాస్త్రముల పరిశోధనలవలన సూర్యునకు నిజముగా రెండుసంచలనము లున్నవని వ్యక్తమైనది. అందులో ఒకటి భ్రమణము ; రెండవది పరిభ్రమణము. స్సూర్యుని భ్రమణగతిని మొట్టమొదట కనుగొన్న విజ్ఞాని గెలీలియో. సూర్యాంకముల సాహాయ్యమున అవిషయమునాయన యరయ గలిగెను. సూర్యగోళమధ్య రేఖసమీపమందున్న హెచ్చు జీవితకాలముగల సూర్యాంకము నొకదానిని దేనినైనను ప్రత్యేకించి పరీక్షించినచో అది క్రమముగా తూర్పునుండి పడమరకు ప్రయాణముచేసి, సూర్యగోళపు పడమటియంచును చేరుకొనిన పిమ్మట అదృశ్యమై తిరిగి సుమారు 12½ దినములకు సూర్యగోళపు తూర్పుఅంచున నగపడును. దీనినిబట్టి సూర్యగోళము తనలో తాను 25½ దినములలో నొకసారి భ్రమించుచున్నదని మనము భావింపవచ్చును. కాని వేర్వేరు అక్షాంశములందున్న సూర్యాంకములను సీతముగా నవేక్షించినయెడల అవి యన్నియు సమాన భ్రమణకాలములను కలిగియుండ లేదనియు, సూర్యగోళమధ్య రేఖనుండి ధ్రువములచేతకు పోయినకొలదియు వానిభ్రమణకాలములు హెచ్చుననియును వ్యక్తమగును. సూర్యగోళతలమున 40 వ అక్షాంశముపైని సూర్యాంకములు ప్రత్యక్షముకావు కాబట్టి ఆ అక్షాంశములందలి సూర్యగోళ భ్రమణకాలములను సూర్యాంకములనుబట్టి కనుగొనలేము. అందులకై వర్ణమాలల సాహాయ్యమును శాస్త్రజ్ఞులవేక్షించుచున్నారు. సూర్యగోళపు తూర్పుఅంచునుండియును, పడమటి యంచునుండియును వచ్చుచున్న కాంతిని వేర్వేరుగా వర్ణమాలా దస్యితో ననుశీలించినయెడల పడమటి యంచునుండి వచ్చిన

కాంతిచే నేర్పడిన వర్ణమాలయందలి ఫ్రాక్ హోఫర్ రేఖలు ఎరుపురంగున్న భాగమువైపునకును, తూర్పు అంచునుండి ప్రసారితమైనకాంతిచే నేర్పడిన వర్ణమాలయందలి ఫ్రాక్ హోఫర్ రేఖలు ఊదారంగున్న భాగమువైపునకును జరిగినట్లు గోచరమగును. సూర్యగోళము పశ్చిమమునుండి తూర్పుదెసగా తనయక్షముపై తనలోతాను తిరుగుచుండుటచేతనే వర్ణమాల లందలి ఫ్రాక్ హోఫర్ రేఖలస్థానములో నీస్థానభ్రష్టత్వము సంప్రాప్తమైనది. వర్ణమాలారేఖల స్థానభ్రష్టత్వపరిమాణము నకును సూర్యగోళభ్రమణవేగముల పరిమాణమునకును సంబంధమున్నది కాబట్టి వేర్వేరు అక్షాంశము లందలి తూర్పు పడమర అంచులనుండి ప్రసారితమైన కాంతులచే నేర్పడిన వర్ణమాలల ననుశీలించి, వానియందలి ఫ్రాక్ హోఫర్ రేఖల స్థానభ్రష్టత్వమునుబట్టి ఆయా అక్షాంశములందు సూర్యగోళ భ్రమణవేగ మెంతెంతయో నిర్ణయింపవచ్చును. ఈవిధముగా గావించిన యనుశీలనమువలన దిగువ పేర్కొనిన ఫలితములు లభ్యమైనవి.

అక్షాంశము

భ్రమణకాలము

0°

24.64 దినములు

15°

25.41 ,,

30°

26.45 ,,

45°

28.54 ,,

60°

30.99 ,,

75°

33.07 ,,

సూర్యగోళభ్రమణవేగము అక్షాంశములనుబట్టి యేల మారుచున్నచో ఇంతవరకు సరిగా శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనలేక పోయిరి.

సూర్యునకు భ్రమణగతియేగాక పరిభ్రమణగతికూడ నున్నది. కొద్దిగా ఎడముగానున్న రెండు పెద్దగ్యాస్ లైటు దీపములు మనకొకమైలుదూరముతో నున్నవనుకొందము. దూరమునుండి చూచినయెడల ఆదీపములు ఒకదానికొకటి దగ్గరగానున్నట్లు కనపడును. కాని ఆదీపములవైపు మనమేగిన కొలదియు ఆరెండుదీపములు క్రమముగా ఎడముగాజరిగినట్లును, దీపములనడుమ నిలబడి చూచినపుడు అవిరెండు ఎదురెదురుగా నున్నట్లును గోచరించును. దీపములవైపు చూచుచు అక్కడ నుండి క్రమముగా దూరముగా పోయినయెడల దీపములు మరల క్రమముగా ఒకదానికొకటి చేరువకు వచ్చుచున్నట్లుభివ్యక్తమగును. దూరదర్శినితో నక్షత్రముల నవేక్షించినపుడు ఇండుకు సాదృశ్యమైన దృశ్యమే ఆకాశములో కనపడుచున్నది. భూమినుండి చూచినపుడు ఆకాశములో ఒకభాగమందున్న నక్షత్రములు నెమ్మదిగా ఎడమెడముగా చెదరిపోవుచున్నట్లులను, ఆభాగమునకు విముఖదిశలోనున్న నక్షత్రములు నెమ్మదిగనే దగ్గర దగ్గరగా చేరుకొనుచున్నట్లులను గోచరించును. దీనినిబట్టి సూర్యుడు తనకుంటుంబముతో కలిసి మరియొక మహత్తరగోళముచుట్టును పరిభ్రమించుచుండెననియును, ఆ పరిభ్రమణకాలము మిక్కిలి యెక్కువయైయుండు ననియును శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు.

చంద్రుడు

చల్లనివెన్నెలనొసగుచున్న చంద్రుడు రసికలకు, కళోపాసకులకు ఆరాధనీయుడు. భూవాసులలో పలువురాయననుకూడ దైవతముగా భావించి కొలుచుకు. కాని సూర్యకుటుంబములో చంద్రునకు విశేషప్రామాఖ్యమేమియునులేదు. ఆయన భూమిచుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్న ఉపగ్రహము మాత్రమే.

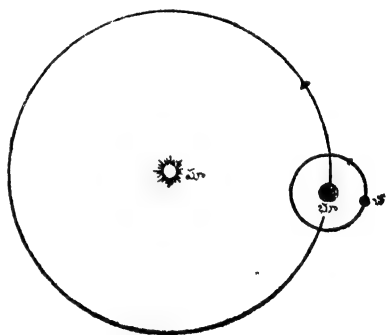
ఆధునికఖగోళవిజ్ఞానులకు తెలిసినగ్రహములు మొత్తము పది. వీనిలో అంతర్గ్రహములైన బుధ, శుక్రలకును, అల్పగ్రహములైన ఆప్టిరాయిడులకును, సూర్యకుటుంబపు వెలుపలి సరిహద్దునందున్న ప్లూటోకును ఉపగ్రహసంతతియున్నటుల కానరాలేదు. భూమికి ఒక్కఉపగ్రహము మాత్రమే గలదు. కుజునకు 2, గురునకు 12, శనికి 9, యురేనస్కు 5, నెప్ట్యూన్కు 2 ను ఉపగ్రహములున్నటుల శాస్త్రజ్ఞు లింతవరకు కనుగొనినారు. సూర్యునిచుట్టు గ్రహములు దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలం దేరితిగా పరిభ్రమించుచున్నవో ఆరీతిగనే గ్రహములచుట్టును ఉపగ్రహములకూడ దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు సంచరించుచున్నవి. ఉపగ్రహగతులకూడ గ్రహగతినియమానుసారముగనే జరుగును.

చంద్రునికక్ష్య యొక్కవనికేంద్రమైలేదు. ఇంచుమించు వృత్తాకారముగనే అది యున్నది. దాని వికేంద్రత 0.055 మాత్రమే. చంద్రుడు భూమికి మిక్కిలి చేరువగా నున్నపుడు

భూచంద్రులనడిమిదూరము 2,21,463 మైళ్ళును, మిక్కిలి దూరముగానున్నపుడూ 2,52,710 మైళ్ళును ఉండును. అంత రాశముతో భూమికి మిక్కిలి సన్నిహితముగా నున్నమూర్తి చంద్రుడే.

భూమినిబట్టి చంద్రునికక్ష్య దీర్ఘవృత్తాకారమున నున్నను సూర్యునిబట్టి చంద్రునిమాగ్గము దీర్ఘవృత్తాకారమున నుండదు ; పాము మెలికల ఆకారమునుచోలి అనియుండును. ఈమాగ్గము పర్యాయముగా నొకసారి భూకక్ష్యకు లోపునను, వేరొకసారి భూకక్ష్యకు వెలుపలను ఉండునని వేరేచెప్పనక్కర లేదు. సూర్యునిబట్టి భూచంద్రులకక్ష్య లెట్లుండునో 28 వ చిత్రము సూచించును.

కాని నక్షత్రములన్నుబట్టి ఆకాశముచో చంద్రుని మాగ్గము వృత్తాకారమున నుండును. దీనితలము క్రాంతివృత్త తలమునకు రమారమి 5-అంశలు వంగి యున్నది. ఈ మాగ్గము వెంబడి ఋజుగతిని చంద్రుడు సంచరించుచున్నాడు. చంద్రుని పరిభ్రమణ కాలపరిమితి 27 $\frac{1}{2}$



28 వ చిత్రము

సూ - సూర్యుడు

భూ - భూమి

చ - చంద్రుడు

దినములు. నక్షత్రముల దృశ్యపరిభ్రమణకాలపరిమితి దీనికంటె

చాలయెక్కువకాబట్టి, నక్షత్రముల దృశ్యపరిభ్రమణనేగము కంటె చంద్రుని దృశ్యపరిభ్రమణనేగము చాలయెక్కువ. అందువలన నక్షత్రములనుబట్టి చంద్రుని నిత్యము తూర్పుదిశగా గమనించుచున్నచో ద్యోతకమగును. చంద్రుని యీగమన మార్గమందే ఆకాశములో అభివ్యక్తి 27 నక్షత్రములు నున్నవి. ఆకాశములో చంద్రు డెవెనమున నేనక్షత్రమున్న ప్రదేశమున సంచరించుచుండునో ఆదివమున నానక్షత్రమని పంచాంగకర్తలు పేర్కొందురు.

చంద్రుని భూమిచ్చు పరిభ్రమించుటయేగాక తనలో తానుకూడ భ్రమించుచున్నాడు. చంద్రగోళతలయును దూర దర్శింతో అవేక్షించుటవలన ఆగోళములో ఒకేఅర్ధభాగ మెల్లప్పుడు మనకు ప్రదర్శితమైయుండునని స్పష్టమైనది. దీనినిబట్టి చంద్రునిభ్రమణ, పరిభ్రమణకాలములు సమానములని మనము నిర్ణయించుచున్నాము.

క శ లు

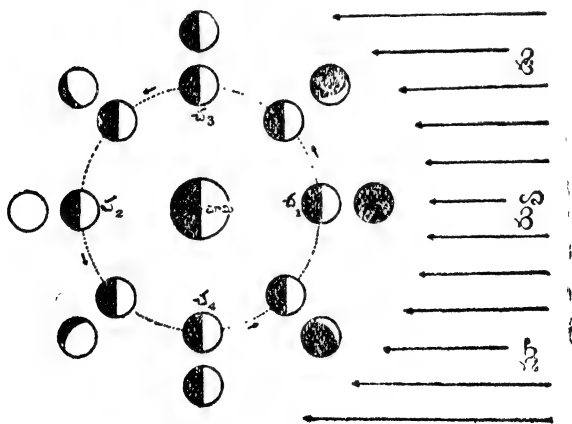
చంద్రుని ప్రదర్శించు కళలు కనుమనోహరమైన దృశ్యము. అమావాస్యవెళ్ళినపిమ్మట సూర్యుడస్తమించిన వెనువెంటనే వెలవెలబోవుచు నన్నని అర్ధవర్తుల కేళగా చంద్రుని పశ్చిమాకాశమున గోచరించును ; ఆకాశము స్వచ్ఛముగ నున్నచో ఆచంద్రరేఖనంటి మిగిలిన చంద్రగోళముకూడ అస్పష్టముగ కనిపించును. క్రమముగా ప్లామి సమీపించినకొలదియు ఆరేఖాసరిమాణయు వృద్ధిచెందును ; సూర్యుడస్తమించు సమయముననున్న చంద్రునిబద్ధానముకూడ క్రమముగా

తూర్పునను జరిగించుచుండును. చివరికి పౌర్ణమివసమమున చంద్రుడు పూర్ణబింబువిమాణమునై సూర్యుడు పడమట దిశియం దత్తమించుచున్న సమయమున సరిగా తూర్పున నుదయించును. అది శుక్లపక్షము. ఆతరువాత కృష్ణపక్షము ప్రారంభమగును. కృష్ణపక్షములో చంద్రబింబములోని నీప్తి మంతమైనభాగము క్రమముగా క్షీణింప, సూర్యుడత్తమించిన పిమ్మట క్రమముగా నాలస్యముగనే తూర్పున చంద్రోదయము కూడ నగుచుండును. చివర కమావాస్యనాడు సూర్యునిలోనే చంద్రుడు ఉదయించును ; ఆదినమున చంద్రబింబము కంటికి కనిపించనే కనిపించదు. ఈవిధముగా చంద్రబింబమందలి కళలు ఇంచుమించు 29½ దినముల వ్యవధిగల ఆవృత్తిలో మార్పును పొందుచుండును. చంద్రుడీవిధముగా కళలను ప్రదర్శించుటకు కారణము భూచంద్రుల భిన్నపరిభ్రమణవేగములవలన భూమిబట్టి సూర్యచంద్రుల సాపేక్షస్థానములలో మార్పు వచ్చుటయే.

భూమివలెనే చంద్రుడుకూడ స్వయంప్రకాశరహితమైన గోళము. సూర్యకాంతి తనపై పడుటచేతనే చంద్రగోళమును ప్రకాశించుచున్నది. ఇకచంద్రుడు గోళాకారమున నుండుటవలన చంద్రగోళములో సూర్యునివైపు తిరిగియున్న సగముభాగము పైననే యేసమయమందైనను సూర్యకాంతి పడును. భూమి చుట్టూ చంద్రుడు పరిభ్రమించుటలో భూమివైపున కెల్లప్పుడు ఒకే అర్ధభాగము తిరిగియుండుటవలనను, భూచంద్రదక్షిణ లోక దానికొకటి పరస్పరము 5° యేటవాలుగ నుండుటవలనను,

మనకు ప్రదర్శితమైన చంద్రుని అధ్యగోళములో సూర్యుని చే దీప్తిమంతమైన భాగముయొక్క విస్తృత మారుచుండును. ఆవిధముగా చంద్రునికి కళ లేర్పడుచున్నది. ఇక భూమిననుసరించి చంద్రు డేన్ధానమందున్నపు డేకళలుప్రత్యక్షమగునో షిరిశీలింతము.

శుద్ధవిదియ దినమున సూర్యాస్తమయసమయములో ఆకాశములో పశ్చిమభాగమందు చిక్కన సమీపమున కనపడిన చంద్రుడు క్రమముగా పౌర్ణమి సమీపించినకొలదియు ఆకాశములో తూర్పుగా జరిగి, సరిగా పౌర్ణమివినమున సూర్యుడు పశ్చిమమున అస్తమించుచున్న సమయములో తూర్పున ఉదయించుచుండునని తెలిసికొనియుంటిమి. కాబట్టి చంద్రుడు ప్రతి మాసము భూమిచుట్టును పరిభ్రమించుటలో, సూర్యుని ప్థానము



29 వ చిత్రము—చంద్రుని కళలు

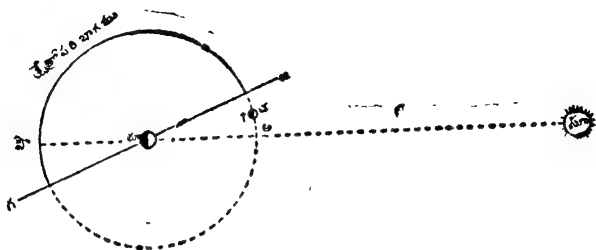
ననుసరించి ఆకాశములో ఎల్లప్పుడును తూర్పుదిశగా జరుగుచున్నట్లు గోచరించును. ఇట్లు పరిభ్రమించుటలో χ_1 - అను స్థానమున చంద్రుడున్నపుడు (అనగా సూర్యచంద్రులు లొకే సభారేఖాంశముందున్నపుడు) చంద్రుడు యోగమును పొందెననియును, χ_2 - దగ్గరనున్నపుడు (అనగా సూర్యచంద్రులు 180° తేడాగల రేఖాంశములందున్నపుడు) షడ్భాంతరము నొందెననియును, χ_3 , χ_4 -లయొద్దనున్నపుడు (అనగా సూర్యచంద్రులు 90° తేడాగల రేఖాంశములందున్నపుడు) పాదస్థమున నుండెననియును పేర్కొందురు.

యోగసమయములో భూసూర్యులకు నడుమగా చంద్రుడుండును. భూమివైపు ప్రదర్శితమైయుండు చంద్రగోళార్థభాగ మాసమయములో సూర్యకిరణములచే దీప్తిమంతముకాదు. అందుచేత చంద్రుడు డప్పుడు మనకు కనపడడు. అదే అమావాస్య. చంద్రుడు షడ్భాంతరము నొందినపుడు భూమివైపుకు తిరిగియుండు చంద్రగోళార్థభాగము పూర్తిగా సూర్యకిరణములచే ప్రకాశితమైయుండును కాబట్టి ఆనాడు చంద్రుడు నిండుబింబముగా గోచరమగును. అది పూర్ణిమ. సూర్యునిచే దీప్తిమంతమైన చంద్రగోళార్థభాగమందు మనవైపు ప్రదర్శితమైయున్న అర్థభాగములో సగమే చంద్రుడు పాదస్థముననున్న సమయమందు యిమిడియుండుటవలన ఆనాడు చంద్రబింబము అర్థబింబముగా ప్రత్యక్షమగును. అది అష్టమినాటి దృశ్యము. ఇక యోగమునకును పాదస్థమునకును మధ్యకాలములో మనవైపు ప్రదర్శితమైయున్న చంద్రగోళార్థభాగములో చాల

తక్కువమేయే సూర్యుని చే కాంతిమంతమైయుండును. చంద్రోపరితలము నల్లనిగానుండుటవలన ఆనాడు కాంతిమంతమైయున్న ఆభాగము వంకవలె గోచరమగును. శుద్ధ ద్వితీయ తృతీయలలో అది సామాన్యముగా మనకు కనిపించెడిదృశ్యము. అట్లే మిగిలిన కళలనుకూడ విశదీకరింపవచ్చును. ఈవిధముగా అమావాస్యనాడు కళారహితుడైయున్న చంద్రుడు దిననినాభి వృద్ధినిపొంది పౌర్ణమినాటికి షోడశకళాపరిపూర్ణుడై, అంతటినుండి దినదినక్షయమొందుచు తిరిగి అమావాస్యనాటికి కళావిహీనుడై యుండును.

శుద్ధ ద్వితీయ, తృతీయ ప్రాంతములలో చంద్రబింబ మందు వంకగానున్న భాగ మెక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరమగుటయేగాక బింబమందలి మిగిలినభాగముకూడ అత్యల్ప దీప్తితో కనపడునని పేర్కొనియుంటిమి. 'నూతనచంద్రుని ఒడిలో ప్రాతచంద్రుడని' ఆదృశ్యమును వర్ణింతురు. భూమి తనపైపడిన సూర్యకాంతిలో కొంతభాగమును చంద్రగోళము మీదికి పరావర్తనమొనర్చును. చంద్రుని వెన్నెల భూమిపై పడినట్లు భూరశ్మి చంద్రగోళములో మనవైపునకున్న భాగము పైపడి దానిని తక్కువతరహాలో దీప్తిమంతమొనర్చుటవలన సూర్యరశ్మిపడని చంద్రగోళభాగముకూడ కనపడుచున్నది.

చంద్రుడు షడ్భాంతరమునొందినపుడు సూర్యచంద్రులకు నడుమ భూమియుండునుకాబట్టి సూర్యకాంతి చంద్రుని చేరకుండ భూమి అడ్డుతగులదాయని మనకొకసందేహము కలుగవచ్చు. 30 వ చిత్రమును జాగ్రత్తగా పరిశీలించినయెడల మనసందేహము సులభముగా నివృత్తియగును.



30 వ చిత్రము

నూ - సూర్యుడు

అ - అమావాస్య

భూ - భూమి

పా - పౌర్ణమి

చ - చంద్రుడు

గజ - పాతముల తలమును నూచించురేఖ

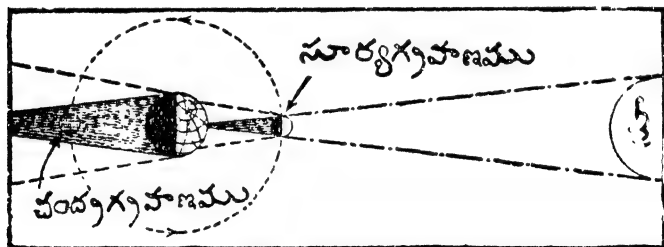
భూచంద్రుల కక్ష్యలతలములు ఏకతలమునలేవుగదా. అని పరస్పరము ఖండించుకొనుచుండువులకు పాతములనిపేరు. చంద్రుడుతనకక్ష్యలో సంచరించుచు ఉత్తరాభిముఖుడై క్రాంతి వృత్తతలమును దానునప్పటి పాతమునకు ఉచ్చపాతమనియును, దక్షిణాభిముఖుడై క్రాంతివృత్తతలమును దానునప్పటి పాతము నకు నీచపాతమనియును పేర్లు. ఉచ్చపాతమును రాహువని యును, నీచపాతమును కేతువనియునుకూడ వ్యవహరింతురు. పాతములును భూమియునున్న సమతలమునకు ఊర్ధ్వభాగ మున షడ్భాంతరసమయములో చంద్రుడుండును ; అందువలన భూమియొక్క ఊర్ధ్వభాగమునుండి సూర్యకాంతి చంద్రగోళ మునుచేరి దానిని దీప్తియుత మొనర్చుచున్నది.

గ్రహణములు

చంద్రుడు కలుగజేయుచున్న యొకవిచిత్రసంఘటన గ్రహణములు. భూసూర్యుల నడిమికి చంద్రుడువచ్చి సూర్య

కాంతి భూమిని చేరకుండా అడ్డుకొనినప్పుడు భూవాసులకు సూర్యుడు కనపడకుండా అప్పుడు సూర్యగ్రహణము కలుగుచున్నది. ఇక భూమినీడద్వారముగా చంద్రుడుపోవుట తటస్థించినప్పుడు, పరావర్తనకాంతితో ప్రకాశించు నాగోళమునకు తగినంత సూర్యరశ్మి లభ్యముకాకపోవుటవలన చంద్రగ్రహణ మేర్పడుచున్నది. సూర్యగ్రహణ మమావాస్యనామము, చంద్రగ్రహణము పౌర్ణమికి జనము కలుగును.

భూమి, చంద్రుడు, సూర్యుడు వరుసగా ఇంచుమించొక సరళరేఖయందున్నప్పుడే గదా సూర్యగ్రహణము కలుగుటకు వీలున్నది! చంద్రుడు యోగముపొందుట పాతములవద్ద నున్నప్పుడు తటస్థించిననే యీనియము సిద్ధించును. అట్లే చంద్రుడు షడ్భాంతరమునొందుట పాతములవద్దనున్నప్పుడు సంభవించిననే



31 వ చిత్రము—గ్రహణములు

చంద్రగ్రహణము కలుగును. చంద్రుడు ఉచ్చపాతమువద్ద నున్నప్పుడు పట్టినగ్రహణములను రాహుగ్రస్తము లనియును, నీచపాతమువద్దనున్నప్పుడు పట్టినగ్రహణములను కేతుగ్రస్తము లనియును వ్యవహరింతురు.

చంద్రగ్రహణములందు సూర్యగ్రహణములందు కూడ సంపూర్ణగ్రహణములు, అసంపూర్ణగ్రహణములు అని రెండురకములున్నవి. భూమినీడయందు చంద్రగోళము పూర్తిగ మరుగుపడిపోయినపుడు సంపూర్ణచంద్రగ్రహణము కలుగుచున్నది. ఒక్కొక్కప్పుడు చంద్రగోళమందలి కొంతభాగము మాత్రమే భూచ్ఛాయయందు ప్రవేశించును. అప్పుడు సంపూర్ణచంద్రగ్రహణము సంభవించును. ఇక సూర్యగోళమును భూవాసుల కగపడకుండ పూర్తిగ చంద్రగోళము మరుగుపరచగలిగినపుడు సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము కలుగును. కాని సూర్యగోళము చంద్రగోళముకంటె చాలపెద్దదిగాన సంపూర్ణసూర్యగ్రహణము సాధారణముగ కలుగదు. అసంపూర్ణసూర్యగ్రహణమే యెక్కువగా కలుగుచుండును. అసంపూర్ణగ్రహణసమయములో సూర్యునియందేర్పడిన మొత్తి సూర్యబింబమందొక ప్రక్కనుండును. కాని సూర్యగ్రహణములందొక్కొక్కప్పుడు సూర్యబింబమధ్యభాగమున మొత్తి యేర్పడి సూర్యుడు కంకణరూపమున ప్రత్యక్షమగును. అట్టి గ్రహణమును కంకణసూర్యగ్రహణమని పేర్కొందురు. సూర్యగోళదృశ్యపరిమాణముకంటె చంద్రగోళదృశ్యపరిమాణమాసమయములో కొంత తక్కువగా నుండుటచేత సూర్యగోళమును పూర్తిగా చంద్రగోళము మరుగుపరచలేకపోయినది.

భూచంద్రుల సంచారమునుగూర్చి శాస్త్రజ్ఞులు సమగ్రజ్ఞానమాప్తించిరి కాబట్టి భవిష్యత్తునందు గ్రహణము లెప్పుడు పట్టినో, భూతకాలమందని యెప్పుడుపట్టిననో, ఏసమయమందు

ద్రేష్టదేశమున పట్టిన గ్రహణ మేరీతిగనున్నదో మున్నగు ననేక విషయములనుగూర్చి సులభముగా నాదేశించవచ్చును. ఒకసారి కలిగిన గ్రహణమునందలి 6585.32 దినముల వ్యవధిలో మరల మరల కలుగుచుండును.

భౌతిక లక్షణములు

వ్యక్తికంఠో చంద్రుని చూచినపుడు తెల్లనిబింబముపై కాంతిహీనమైన పెద్దమచ్చ మనకు కనపడును. ఆమచ్చ యాకారము నాధారముచేసికొని 'పొన్న చ్చెట్టినీడను కూర్చుండి ముసలమ్మ యేకులు నడకుచున్నదనియు, జంక మేతమేయుచున్నదనియు' నేమేమోగాథలు చెప్పుదురు. కాని దూరదర్శినితో చంద్రుని యవేక్షించినయెడల ఈగాథలు కేవలము కట్టకథలని మనకు తెల్లమగును. చంద్రబింబములో నల్లనిమచ్చగా గోచరమగుచున్న భాగము విశాలమైనబయలు. చంద్రగోళతలము నున్నగాలేదు. భూతలమునలెనే అదిపైతము మిట్టపల్లములతో కూడియున్నది. అక్కడక్కడ విశాలమైన బయళ్ళు, ఎత్తైన పర్వతములు, లోతైన లోయలు గలవు.

చంద్రుని పరివేష్టించి వాతావరణము లేకపోవుటవలన దూరదర్శినిసాహాయ్యమున చంద్రగోళోపరితల లక్షణములనువివరముగా శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనగలిగిరి. భూగోళవైస్థితికస్వరూపముకంటె చంద్రగోళవైస్థితికస్వరూపము వారికి బాగుగా తెలియునన్న నతిశయోక్తికాదు. కాని చంద్రగోళమందలి మొకేంద్రభాగ మెల్లప్పుడు భూమిపై ప్రదర్శితమై యుండుట వలన వారి యనుశీలనములన్నియు నాయర్థభాగమునకే పరిమితమైయున్నవి.

దూరదర్శినికో చూచినపుడు చంద్రగోళమందు విశాల
 మైన మైదానములు, ఎత్తైనపర్వతములు, విచిత్రమైన గర్త
 ములు గోచరమగును. వీనిలో గర్తములు చంద్రగోళతలము
 నకు ప్రత్యేకమైన వైస్సర్గిక స్వరూపములు. దూరదర్శిని సాహా
 య్యమున రమారమి 30,000 గర్తములను శాస్త్రజ్ఞు లవే
 క్షించిరి. సామాన్యముగా 3 వి వలయాకారమున నుండును.
 వీనివ్యాసములు కొన్ని అడుగులు మొదలు కొన్ని మైళ్ళవరకు
 నుండును. ఇంతవరకు నవేక్షితమైనవానిలో గర్తస్థనైశాల్యము
 గల గర్తముయొక్క వ్యాసము రమారమి 140 మైళ్ళు. ఈగర్త
 ముల అంచులు వానిచుట్టునున్న ప్రదేశముకంటె రమారమి
 10,000 అడుగులు ఎత్తుగ నుండును. ఇక గర్తముల గర్భములు
 కొన్నింటిలో ఆప్రకృతున్న ప్రదేశముకంటె నెత్తుగను, మరి
 కొన్నింటిలో లోతుగను నుండును. కొన్నిగర్తములనడుమ
 నెత్తైన పర్వతశిఖరములుండుటకూడ గలదు. ఈగర్తము లెల్ల
 ర్పడినవో శాస్త్రజ్ఞులంతవరకు సరిగా తెలిసికొనలేకపోయిరి.
 భూతలమందు అగ్నిపర్వతములముఖము లేరీతిగా నేర్పడు
 చున్నవో ఆరీతిగనే చంద్రగోళతలమం దీగర్తము లేర్పడినవని
 కొందరి యభిప్రాయము. కాని కొందరీవాదము నంగీకరించుట
 లేదు. చంద్రగోళముపై పడినఉల్కలు అతితీవ్రముగా నాతల
 మును సంఘాతించుటచేత నీగర్తములేర్పడుచున్నవని వారు
 వచించుచున్నారు. కాని భూమిపై అరిజోనాయందుతప్ప ఉల్లల
 వలన పెద్దగర్తములు మరియొక్కడి నేర్పడలేదు. అందుచేత
 భూమికంటె తక్కువ ద్రవ్యసంచయమును, తన్మూలముగా
 తక్కువ గురుత్వాకర్షణబలమును కలిగిన చంద్రగోళమందు

ఉల్క-లవలన నట్టి పేదగర్తము లనేకము లేర్పడుట సాధ్యము కాదని వాచియనుమానము.

ఇటీవల ఐప్పట్టప్రభృతివిజ్ఞానులు ఉల్కస్ఫటనుల్కా-వాదము అనునొక క్రొత్త సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించి, చంద్ర గోళతలముపైనున్న గర్తములు ఉల్క-లవలననే యేర్పడుచున్నవను నభిప్రాయమును బలపరచుచున్నారు. ఈసిద్ధాంతప్రకారము విపరీతవేగముతో సంచరించుచున్న ఉల్కకు అమేయమైన గతిజ శక్తియుండును కాబట్టి అకస్మాత్తుగా ఆప్రచేయబడినపు డది ఊహితీతమగు నుద్రేకముతో ఉల్కస్ఫటనము చెందును. ఉల్కయొక్క వేగము సెకనునకు 40 మైళ్ళున్నచో, ఆకస్మికముగా ఆప్రచేయబడినపుడది 'హైసమైట్' కంటె 400 రెట్లు ఎక్కువ శక్తితో బ్రష్టలగును. చంద్రగోళముపై నట్టి అధికవేగముగల ఉల్కలు పడుచుండెడివని మనము భావించినచో, వానిపతన ఫలితములగు ఉల్కస్ఫటనమువలన గర్తము లేర్పడినవని యజువు చేయవచ్చును. కాని యీవాదమునుకూడ పలువురు శాస్త్రజ్ఞు లంగీకరించుట లేదు.

గర్తము లెక్కువగా లేనితావులందు చంద్రగోళతలము నువిశాలమైనసమతలముగ గోచరమగును. ఈప్రదేశములను సముద్రములని ఆదిలో వాని నవేక్షించిన గెలిలియోవిజ్ఞాని భ్రమపడెను. కాని చంద్రగోళతలమందు జలముండట కవకాశము లేదుగాన అవి సముద్రములగుట అసంభావ్యమే. గర్తములనుండి పైకెగిరివచ్చిన లావా క్రమముగా ఘనీభవించి చుమనైన మైదానములుగా నేర్పడిన నేర్పడియుండవచ్చు.

గర్తములున్నప్రదేశములో ఎగువదిగుడుగనున్న చంద్రగోళ తలము తనపైబడిన సూర్యకాంతిని అన్ని దిశలలోను పరావర్తన మొనర్పగలుగుటచే ఆభాగము లెక్కువ దీప్తిమంతములుగా గోచరములగుచున్నవి. ఇక చదునుగానున్న మైదానప్రదేశములు ఏదోయొక దిశగామాత్రమే తమపైబడిన సూర్యకాంతిని పరావర్తన మొనర్పగలవు. అవేక్షకు డాచితోనుండుట సంభవింపకున్నచో ఆభాగములు కాంతిహీనమైన ప్రదేశములుగా నాతని కభివ్యక్తమగును. 'పొన్న చెట్టుక్రిందముసలమ్మ' యున్న చంద్రగోళభాగము ఇట్టి విశాలమైన మైదానములలో నొకటియని వేరేచెప్పనక్కరలేదు. మేరె నెక్టారిస్, మేరె ఫోకస్ డి టాటిస్, మేరె ట్రాన్సిల్లిటాటిస్, మేరె సెమ్నిటాటిస్ మున్నగునవి మరికొన్ని మైదానప్రదేశములు.

చంద్రగోళమందు పర్వతపంక్తు లెక్కువగ లేవు. ఇక నున్నవైనను మిక్కిలి యెత్తైనవిగావు. చంద్రగోళములో ఉత్తరాధ్యగోళమందుకంటె దక్షిణాధ్యగోళమందున్న పర్వతపంక్తుల సంఖ్య హెచ్చు.

గ్రహములు

అంతర్గ్రహములు

భూసూర్యుల మధ్య ప్రదేశమందు తమ నియమితకక్ష్యలలో సూర్యుని చుట్టును పరిభ్రమించుచున్న బుధ, శుక్రులను అంతర్గ్రహములను పేరుతో వ్యవహరింతురని లోగడ పేర్కొనియుంటిమి. వీనిలో సూర్యునకు దగ్గరగానున్న గ్రహము బుధుడు ; ఆతరువాతిది శుక్రుడు. బుధ శుక్రగ్రహముల నే దేశీయులు మొట్టమొదట కనుగొనినారో మనము చెప్పలేము. ప్రాచీననాగరకతగల ప్రతిదేశఖగోళవాఙ్మయమందునుకూడ వీనిప్రస్తావన యేదో సందర్భమున మనకు వినిపించుచునే యుండును. కాని యీగ్రహములనుగూర్చి, అందును ముఖ్యముగా బుధుగూర్చి మానవుడింతవరకును తెలిసికొన్నది చాల తక్కువ. భవిష్యత్తులోకూడ బహుశః ఆతడంతకంటె నెక్కువగా వానినిగూర్చి తెలిసికొనలేడేమో !

బుధగ్రహమునుగూర్చి మానవుడింతవరకు నెక్కువగా తెలిసికొనలేకపోవుటకు ముఖ్యకారణము దాని సాపేక్షదీప్తి తక్కువగుటయే. దూరముననున్న ఒక వస్తువునుగూర్చి విశేషముగా మనము తెలిసికొనవలెనన్నచో ఆ వస్తువును శాస్త్రీయ పరికరసాహాయ్యమున నైనను మనము చూడగలిగియుండవలెను. అందులకై ఆవస్తువు స్వయంప్రకాశకమైనను కావలెను ; లేదా పరావర్తితకాంతితో నైనను తేజరిల్లవలెను. ఈసందర్భములో దాని సహజదీప్తికంటె సాపేక్షదీప్తి యెక్కువగా పరిగణనము

నకు వచ్చును. కటికిచీకటిలో ఆముదపుదీపముకూడ చాల ప్రకాశవంతముగనే కనపడును ; కాని 'గేస్ట్‌లైట్' కాంతిలో నది వెలవెలబోవును. దీనికి కారణము ఆముదపుదీపపుదీప్తి 'గేస్ట్‌లైట్' దీప్తికంటె సాపేక్షముగా తక్కువగుటయే.

గ్రహములన్నిటివలెనే బుధగ్రహముకూడ తనపైపడిన సూర్యకాంతివలననే ప్రకాశించుచున్నది. బుధగ్రహము సూర్యునకెక్కువ దగ్గరగ నున్నది కాబట్టి దానిని చేరుకొను సూర్యకాంతి తీక్షణత చాలహెచ్చుగ నుండును. కాని సూర్య కుటుంబములోని యితరగ్రహములకంటె బుధగ్రహతలమునకు సూర్యకాంతిని పరావర్తన మొనరించు సామర్థ్యము మిక్కిలి తక్కువ. అందుచేత '0' పరిమాణముగల నక్షత్రదీప్తినుండి 1.2 పరిమాణము గల నక్షత్రదీప్తివరకును దానిదీప్తి మారు చుండునుగాని అంతకుమించి యెన్నడును నుండదు. అనగా బుధగ్రహము నీచస్థితియందున్నపుడు వేగా నక్షత్రముకంటె కొంచెమెక్కువ ప్రకాశవంతముగాను, ఉచ్చస్థితియందున్నపుడు పోలకునక్షత్రదీప్తియంత దీప్తితోను ఆకాశమున తేజరిల్లు చుండును. అర్ధరాత్రిసమయమందైనచో ప్రకాశవంతమైన మూర్తిగా ప్రత్యక్షమగుట కీదీప్తి బుధగ్రహమునకు చాలును. కాని బుధగ్రహ మెన్నడును సూర్యునకు 28 అంశలకంటె నెక్కువదూరమున ఆకాశమందగపడదు. అందుచేత సూర్యుడు లేనిసమయములో సూర్యోదయాత్పూర్వమందు కొద్దిసేపుగాని, సూర్యాస్తమయాత్పూర్వమందు కొద్దిసేపు గాని మాత్రమే ఆకాశములో నది గోచరమగుచుండును. ఆకాశములో సూర్యుడు లేకపోయినను సూర్యోదయాత్పూర్వమందు కొంతసేపును,

సూర్యాస్తమయాత్పరమందు కొంతతడవును దిబ్బండలప్రాంతమున సంజ వెలుగుండును. ఈ వెలుగుతో బుధగ్రహముండటచేత దానిసాపేక్షదీప్తి తక్కువగనుండును. అందువలన దాని నాసమయమున నవేక్షించుట కష్టసాధ్యమగుచున్నది. ఇక దివాసమయమందన్నచో సూర్యునికాంతితో నది పూర్తిగా మరుగుపడియుండునుగాన అప్పుడది కనిపించనే కనిపించదు.

వట్టికంటితో చూచి సామాన్యలెవరును బుధగ్రహమును కనుగొనలేరు ; కాని గగనావేక్షణయం దారి తేరినవారు మాత్రము వట్టికంటితోనే సులువుగా దానిని గుర్తింపగలరు. వట్టికంటికి గుండ్రనిబింబమువలె బుధగ్రహము గోచరించును. కాని దూరదర్శినితో కొన్ని దినములు వరుసగా దాని నవేక్షించి నట్లయిన చంద్రునివలె అదికూడ కళలను ప్రదర్శించుటను మనము కాంచనచ్చును. భూవాసులకు అంతర్గ్రహములైన బుధ శుక్ర లిద్దరును కళలను ప్రదర్శించురు. చంద్రునికి కళ లే హేతువుచేత నేర్పడుచున్నచో ఈగ్రహములకుకూడ నదేకారణమువలన కళలు సంభవించుచున్నవి.

వట్టికంటితో చూచినపుడు చంద్రుని కళలవలె బుధ శుక్రల కళలు స్ఫటముగా కనిపించవు. మనదృష్టిని పెంపొందించు సాధనము లున్నచో వానిసాహాయ్యమున అంతర్గ్రహముల కళలను పరిశీలింపవచ్చునని కోపర్నికస్ విజ్ఞాని వచించెను. ఆతరువాత దూరదర్శినిని నిర్మించి శుక్రుని కళలను మొట్టమొదటి సారిగా గెలీలియో మహావిజ్ఞాని అవేక్షించెను. కాని ఆయన దూరదర్శినియొక్క అధికీకరణసామర్థ్య మంత యెక్కువకాక

సోమవలన బుధుని కళ లాయనకు కాసరావేను. ఆయన
యనంతరము చాలకాలమునకు దూరదర్శినిపరికరమును బాగుగా
పెంపొందించుకొని బుధునికళలనుకూడ శాస్త్రజ్ఞులవేక్షింప
గలిగిరి.

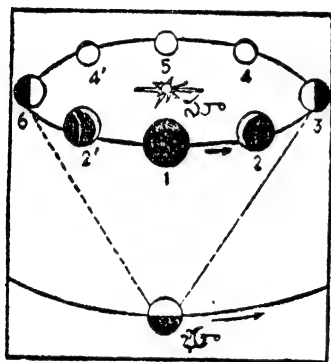
చంద్రునివలెనే బుధ శుక్రగ్రహములుకూడ కళలను
ప్రదర్శించుచున్నను, కళలవలన నీగ్రహములదీప్తితో హెచ్చు
వ్యత్యాసము కాసరాను. పౌర్ణమినాటిచంద్రుడు నిండు
చంద్రుడు. అప్పుడాయనదీప్తి అత్యధికము. ఇక శుద్ధచతుర్థి
మున్నగు దినములలో చంద్రుడు నెలవంకగా గోచరించును.
నెలవంకగానున్న సమయములో చంద్రునిదీప్తి చాలతక్కువ.
కాని బుధశుక్రగ్రహములుమాత్రము నిండుగా నున్నప్పటికంటె
నెలవంకగానున్నప్పుడే యెక్కువ దీప్తిమంతములై యుండును.
నిండుగానున్న సమయములందుకంటె నెలవంకగానున్న సమయ
ములలో నాగ్రహములు భూమికి మిక్కిలి చేరువగనుండుటయే
అందుకు కారణము. శుక్రుడు నిండుగానున్నప్పటి భూశుక్రల
నడిమిదూరముకంటె నెలవంకగానున్నప్పటి యాదూరము
ఆరింతలు తక్కువగా నుండును. అందుచేత నిండుగానున్న
సమయములో కొంచెము చిన్నదిగను, తక్కువదీప్తిమంతము
గను, నెలవంకగానున్న సమయములో పెద్దదిగను, తేజో
వంతముగను శుక్రగ్రహముండును. చంద్రవంక శుద్ధచతుర్థి
నాడేయూకారమున నుండునో ఆయాకారమును శుక్రబింబము
పొందినపుడు శుక్రునిదీప్తి గరిష్ఠమై యుండును. భూసూర్య
లను కలుపునట్టిదేఖను శుక్రగ్రహ మేసమయమున దాటునో

ఆసమయమునకు 36 చినములు ముందును వెనుకను శుక్రగ్రహ మృత్యుకారమును పొందిననుగాన అప్పుడే దానికీర్తి గల్గియుండును. ఆసమయమునుండి భూసూర్యులను కలుపునట్టి రేఖను శుక్రగ్రహము సమీపించినకొలదియు భూశుక్రల నడిమిదూరము క్షీణింప, శుక్రగ్రహపు నెలవంకపోవుచు అగ్రక మగును గాని దానివెడల్పు క్రమముగా క్షీణించుటవలన శుక్ర గ్రహదీప్తి తగ్గును.

సూర్యచంద్రులుగాక మిగిలిన సభ్యమూర్తులందెల్ల నెక్కువ దీప్తిమంతముగా భూవాసులకు గోచరమగునది శుక్ర గ్రహమే. అదంతి యెక్కువదీప్తిమంతముగా కనపడుటకు ముఖ్యకారణము భూమికి, సూర్యునకునుకూడ అది మిక్కిలి చేరువగనుండుట ; పైగా దానిగ చేరిన సూర్యకాంతిలో నూ 33 57 పాళ్ళ వరక సరావర్తన మొనర్చుచున్నది. బుధగ్రహము తననుచేరినసూర్యకాంతిలో నూ 33 7 పాళ్ళను మాత్రమే సరావర్తన మొనర్పగలదు.

అంతర్లీహములైన బుధశుక్రలు రెండునుకూడ తెల్ల వారుజామునగాని సూర్యాస్తమయమైన వెంటనేగాని గోచర మగును. అధరాశ్రమయమున నెన్నడును నవి ప్రత్యక్షము గావు. సూర్యునినుండి బుధగ్రహము 28 అంశలకంటె నెక్కువ దూరమునను, శుక్రగ్రహము 48 అంశలకంటె నెక్కువదూరము నను ఎన్నడును ఉండవు. కాబట్టి సామాన్యముగా బుధ గ్రహముకంటె శుక్రగ్రహము రాశ్రమయమం దాకాశములో కనిపించుకాలము కొంచెమెక్కువగనుండును. బుధశుక్రగ్రహ

ములను ద్వేషించుచు జామున కనువిసయెడల వేగుచుక్కలగ్రహమును, దీనిములు పెట్టినతిరువారి గ్రహక్షయైసయెడల సంధ్యాతారలనియును పేర్కొందురు. ఈగ్రహము వీరీసిగా కొన్నిదినములు సంధ్యాతారలుగను, మరికొన్నిదినములు వేగుచుక్కలుగను కనపడుటకు కారణము భూమిపట్టి వానిగ్ధానములలో పచ్చి మార్పు. భూవేగముకంటె నీగ్రహములవేగము లధికములగుట వలన నీమార్పు సంభవించుచున్నది. 32 వ చిత్రములో లోపలి



32 వ చిత్రము

అంతర్గ్రహకక్షలు.

1- అంతరయోగము. రాత్రికాలములో గ్రహము కనిపించును.

2, 2'- గరిష్ఠదీప్తి. నెలవంకవలె నుండును.

3- గ్రేటెస్టు డెప్టరన్ ఈలాం గేషన్. అర్ధబింబాకృతి.

5- బాహ్యయోగము. నిండు బింబము.

6- గ్రేటెస్టు ఈస్టరన్ ఈలాం గేషన్. అర్ధబింబాకృతి.

దీర్ఘవృత్తము అంతర్గ్రహకక్ష్యను, వెలుపలి దీర్ఘవృత్తము భూకక్ష్యను సూచించుచున్నవనుకొందము. భూసూర్యులును అంతర్గ్రహమును ఏకచిత్రయందుండి, భూసూర్యులకు ననుమగా అంతర్గ్రహమున్నపుడు ఆఅంతర్గ్రహము అంతరయోగమును పొందియున్నదందుకుగదా. అంతరయోగసమయములో అంతర్గ్రహసూర్యులు ఒకేసభోరేఖాంశయందుండుటచేత అంతర్గ్రహము సూర్యుతో నుదయించి సూర్యునితోనే యస్తమిం

చును. అంతునలను నది యుక్తమొచ్చియుండును. చిత్రములో
 1- అనునది అంతర్గ్రహముయొక్క అంతరయోగస్థానమును
 సూచించును. అంతర్గ్రహ, భూముల భిన్నపరిధ్రమణవేగముల
 వలన అంతరయోగము తరువాత అంతర్గ్రహ, సూర్యుల నభో
 రేఖాంశలు మారును. కాబట్టి అంతర్గ్రహము సూర్యునికంటె
 తరువాత నుదయించి, సూర్యునికంటె తరువాత సర్వమించుట
 చేత సూర్యాస్తమయమైన వెంటనే ఆకాశములో పశ్చిమభాగ
 మున సంధ్యాతారగా గోచరమగును. అంతర్గ్రహము తనకక్ష్య
 యందు చరించునపుడు అంతర్గ్రహస్థానమును భూస్థానముతో
 కలుపురేఖ ఆ అంతర్గ్రహకక్ష్యకు స్పర్శరేఖయైనచో నట్టిస్థితి
 యందు అంతర్గ్రహసూర్యుల నభోరేఖాంశల యంతర మత్య
 థికమై అంతర్గ్రహము సూర్యునినుండి గరిష్ఠదూరములో ఆకాశ
 మున కనపడును. చిత్రములో 3, 6- అనునవి అంతర్గ్రహము
 యొక్క అట్టిస్థానములను సూచించును. చిత్రములో 3-
 నందునలె అంతర్గ్రహము సూర్యునకు పశ్చిమమున గరిష్ఠదూర
 ములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు వెస్టరక్ ఈలాంగేషక్' ను
 పొందినదనియును, చిత్రములో 6- నందునలె సూర్యునకు
 తూర్పున గరిష్ఠదూరములోనున్నచో నది 'గ్రేటెస్టు ఈస్టరక్
 ఈలాంగేషక్' ను పొందినదనియును పేర్కొందురు. 'గ్రేటెస్టు
 వెస్టరక్ ఈలాంగేషక్' తరువాత అంతర్గ్రహము మహాయోగ
 స్థితిని సమీపించినకొలదియు అంతర్గ్రహసూర్యుల నభోరేఖాం
 శల యంతరము క్షీణింప, అంతర్గ్రహము తిరిగి సూర్యునకు
 క్రమముగా దగ్గరగా వచ్చును. మహాయోగమునకు విమృట

మిరిగి అంతర్గ్రహసూర్యుల సహోదభాంశల యంతరము పెంపొందగా, అంతర్గ్రహము సూర్యోకంఠే ముండుగనే యుదయించి, తెల్లవాడవామున వేగుచుక్కగా ఆకాశములో తూర్పుభాగమున ప్రత్యక్షమగును.

చంద్రునివలెనే అంతర్గ్రహములుకూడ సూర్యగ్రహణములను కలుగజేయును. కాని అంతర్గ్రహములు కలుగజేయు సూర్యగ్రహణములను గ్రహణములను పేరుతో వ్యవహరింపరు. గ్రహక్రాంతిలను ప్రత్యేకనామముతో వానిని పేర్కొందురు.

ప్రతి అంతరయోగసమయమందును అంతర్గ్రహము భూసూర్యులనడుమకు వచ్చుచుకదా ! క్రాంతివృత్తతలమును, అంతర్గ్రహక్షయతలమును ఏకతలమునలేవు ; అవి ఒకదాని కొకటి కొంచెము ఏటవాలుగనున్నవి. ఆకాశములో ఈరెండు తలములు ఖండించుకొనునట్టి బిందువులను పాతములని పేర్కొందురు. న్యూనయోగసమయమున నేదైన నొక పాతబిందువు నొడ్డగాని, దానికి సమీపమునగాని అంతర్గ్రహముండుట సంభవించినయెడల, క్రాంతివృత్తతలములో ఆ అంతర్గ్రహముండును. ఆసమయములో సూర్యుడు, అంతర్గ్రహము, భూమి యునుకూడ ఏకదిశలో నుండునుగాన సూర్యునకడ్డముగా అంతర్గ్రహముండును ; అంతర్గ్రహముయొక్క దృశ్యవ్యాసము సూర్య బింబదృశ్య వ్యాసమంత యుండినయెడల భూవాసులకు కనపడకుండ సూర్యోదయము నామంతర్గ్రహమప్పుడు మరుగుబరచగలిగి యుండెడిది. కాని అంతర్గ్రహదృశ్యవ్యాసము చాలతక్కువ. అందుచే నాసమయమందది కాంతిమంతమైన సూర్యునిబింబ

ముపై ప్రయోజనమును సాధించుచున్న సన్నిధి మచ్చసాల భూవాసులకు గోచరింపదు. ఈసంఘటననే గ్రహక్రాంతిని పేర్కొందురు.

భూ, బుధగ్రహక్షయాలముల పెరిగ్పొము ఖండించు కొను బిందువులను కలుపునట్టి దేఖను మే 7, నవంబరు 9 తేదీల ప్రాంతములోనే భూమిదాటానుకొబట్టి ఆసమయముల లోనేగాని బుధగ్రహక్రాంతిలు సంభవించవు. ఇక పాతబిందువుల ప్రాంతమునకు భూ, బుధగ్రహములువచ్చుట మే నెలలోకంటె నవంబరు నెలలో ఎక్కువగా సంభవించును. అందుచేత మే నెలలోకంటె నవంబరు నెలలో సంభవించునట్టి బుధగ్రహక్రాంతిలు ఎక్కువగనుండును. ఇటీవల 1940 సంవత్సరము నవంబరు 11, 1953 వ సంవత్సరము నవంబరు 14 తేదీలలో బుధగ్రహక్రాంతిలు సంభవించినవి. 1957 వ సంవత్సరము మే 6 వ తేదీని, 1960 వ సంవత్సరము నవంబరు 7 వ తేదీని బుధగ్రహక్రాంతిలు సన్నిహితభావికాలములో సంభవించున్నవి.

శుక్రగ్రహక్రాంతిలు జూన్ 7, డిశంబరు 9 తేదీల ప్రాంతములో సంభవించును. కాని శుక్రగ్రహ అంతరయోగము లెక్కువ తరచుగా కలుగవు కాబట్టి బుధగ్రహక్రాంతిలంత తరచుగా శుక్రగ్రహక్రాంతి లేర్పడవు. ప్రస్తుతము శుక్రగ్రహక్రాంతిలు 8 సంవత్సరములు అంతరముగల జంటలుగా కలుగుచున్నవి. అట్టిజంట యొకటి 1874, 1882 సంవత్సరములలో సంభవించినది. తరువాతిజంట 2004 వ సంవత్సరము జూన్ 8 వ తేదీని, 2012 వ సంవత్సరము జూన్ 6 వ తేదీని కలుగజేయున్నది.

క్రాంతిసమయములో అంతర్గ్రహమును జాగ్రత్తగా పరిశీలించుటవలన దానిగూర్చి కొంత విశేషసమాచారమును మనమార్జింపవచ్చును. క్రాంతిసమయమందు సూర్యబింబముపై బుధుడు నల్లని మచ్చవలెనేగాక నిండ్రబింబముగాకూడ గోచరించుటచే బుధగ్రహము గోళాకారమున నున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయించినారు. మరియు ఆనల్లబింబము తీర్చిదిద్దినట్లుండుటచే బుధగ్రహము చుట్టును వాతావరణము లేదని నిశ్చయమునకుకూడ వారు వచ్చిరి. బుధగ్రహమును పరివేష్టించి వాతావరణము లేకపోవుటగల కారణము సరయుట కష్టము కాదు. బుధగ్రహము చాలచిన్నది. దానివ్యాసము 3,100 మైళ్ళు మాత్రమే. చంద్రునివ్యాసముకంటె 10 రెట్టింపు. అందుచేత దాని ద్రవ్యసంచయమును, తన్మూలమున దాని గురుత్వాకర్షణబలమును చాల తక్కువయనుటకు సందేహము లేదు. ఇక బుధగ్రహతలముపై తాపక్రమము మిక్కిలియెక్కువ కాబట్టి అక్కడ వాయువు బున్నయెడల వానిలోని అణువులు అధికచైతన్యవంతములై, మనవాతావరణములోని గాలుల కంటెనుకూడ అధికవేగముతో అటునిటు సంచరించుచుండును. కాని బుధగ్రహము అమితవేగముతో సంచరించుచున్న ఆగాలి అణువులను తనఅల్పఆకర్షణబలమువలన తన్నువిడిచి పైకి పోకుండ పట్టియుంచలేదు. అందుచేత ఆగాలిఅణువులు బుధగోళమును వదలి పైకెగిరిపోయినవి. కాబట్టి బుధగ్రహము చుట్టును వాతావరణము లేకపోయినది.

శుక్రగోళమును పరివేష్టించిమాత్రము సాంద్రమైన వాతావరణము గలదు. మిక్కిలి అగ్రీకరణసామర్థ్యముగల

దూరదర్శిని కోకూడ శుక్రగ్రహతలమును పరికించుట సాధ్యము కాకపోవుటచేత శుక్రగ్రహమునుచుట్టియున్న వాతావరణము చాల దట్టముగ వైనను ఉండవలెననియును, లేదా శుక్రగ్రహ వాతావరణములో మిక్కిలి దళమైన మేఘములైనను ఉండవలెననియును శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. వర్ణమాతా మాపకసాహాయ్యముతో శుక్రగ్రహవాతావరణరచననుగూర్చి ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులు గావించిన పరిశోధనములవలన అక్కడ కార్బన్ డైఆక్సైడ్ విరివిగానున్నదని విరితమైనది ; స్వేచ్ఛా స్థితిలోనున్న ఆక్సిజనిగాని, నీటియానిరిగాని అక్కడలేవు. అందుచేత భూతలమందున్న జీవరాశివంటిది శుక్రగ్రహగోళ మందుండుట కవకాశములేదు.

శుక్రగ్రహమునుచుట్టియున్న వాతావరణము దట్టముగా నుండుటవలన ఆగోళముపై స్థిరముగానున్నమచ్చ లేనియు మనకు ఆనుటలేదు. అందువలన శుక్రగ్రహము తనలో తాను తిరుగుచున్నదో లేదో నిర్ణయించుట శాస్త్రజ్ఞులకు సాధ్యమగుటలేదు. శుక్రము సూర్యునిచుట్టును తిరుగుట కెంతకాలము పట్టునో తనలోతాను తిరుగుటకకూడ అంతేకాలముపట్టునని యిటీవలివరకును శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండెడివారు. శుక్రము సూర్యునిచుట్టు తిరుగుటకు 225 దినములు పట్టును. శుక్రుని భ్రమణ పరిభ్రమణకాలములు సమానమగుటయే వాస్తవమైనచో శుక్రగ్రహగోళమందలి ఒకే యర్ధభాగమెల్లుప్పుడు సూర్యునికి ప్రదర్శితమై సదా దీప్తిమంతముగను, రెండవార్ధ భాగము సూర్యునకు మరుగుననుండి యెల్లుప్పుడు తమోపరివృత

మయ్యను ఉంచుననుట నిశ్చయము. అట్టియెడల దీప్తినుంత
మైనభాగపు తాపక్రమమధికముగను, తమోభాగపు తాప
క్రమము మిక్కిలితక్కువగను నుండియుండును. కాని ప్రత్యక్షా
వేక్షణలనలన చీకటిగనున్నట్లు భావింపబడుచున్న అర్థభాగము
నుండికూడ హెచ్చుఉష్ణము ప్రసారితమగుచున్నట్లు వినిత
మగుటచే ఆభాగమెల్లప్పుడు కటికిచీకటికాలవాలమైయున్నదని
భావించుట సత్యముకాదు. కాబట్టి శుక్రగ్రహ మాత్రప్రదక్షి
ణముచేయుచు తనగోళమందలి ప్రతిభాగమును ఏదోయొక
సమయములో సూర్యునకు ప్రదర్శించుచునేయుండనలెను. ఇక
వర్ణమాలామాపకపరిశోధనలనలన శుక్రగ్రహభ్రమణవేగము
భూభ్రమణవేగముకంటె చాలతక్కువయని స్పష్టమైనది. అందు
చేత శుక్రగ్రహభ్రమణకాలము రమారమి ఒక నెలమైయుండు
నని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

బుధగ్రహభ్రమణకాలమునుకూడ నిర్ణయించుట చాల
కష్టమే. బుధగ్రహమును పరివేష్టించి వాతావరణము లేక
పోయినను, దానితలము సమానదీప్తితో వెలుగొందుటనలన
మచ్చలేమియు దానియందు గోచరముకాకపోవుటచేత దాని
భ్రమణకాలమును ప్రత్యక్షముగా నవేక్షించుటకు సాధ్యము
కాకున్నది. ఏంటోనియాడి, టాంబాగ్ ప్రభృతి విజ్ఞానవరేఖ్య
లతికష్టముమీద కొన్నిగుర్తుల నక్కడ కనుగొని వానిసాహాయ్య
మున బుధగ్రహభ్రమణ, పరిభ్రమణకాలములు సమానములని
యును, తనగోళములో ఒకే అర్థభాగము నెల్లప్పుడు సూర్యునికి
ప్రదర్శించి యది పరిభ్రమించుచున్నదనియును నిర్ణయించినారు.

భూ మి

సూర్యకుటుంబములో శుక్రగ్రహతరువాత సూర్యనకుచేసిన వగానున్న గ్రహము భూమి. సూర్యనకు 9,30,05,000 మైళ్ళ దూరములోనది యున్నది. ఇది శుక్రగ్రహలె భూమి యేకాకిగ సూర్యునిచుట్టును తిరుగుటలేదు. తనచుట్టును ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్న చంద్రునితో కలిపి అది సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నది. భూచంద్రులనుసూచి 'కెనుక' ప్రకరణము లలో చర్చించియుంటిమి.

కు జు దు

ఎక్కువకాంతిలో ప్రకాశించుచు క్రాంతివృత్తమండలమందగపడు దీప్తిమంతమైన నభోమూర్తియే కుజుడు. భూమికొకవైపున శుక్రగ్రహను, వేరొకవైపున కుజుని కక్ష్యలనేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నాడు. కుజసూర్యుల సరాసరినడిమిదూరము 14,20,00,000 మైళ్ళు.

కుజగ్రహకక్ష్య భూకక్ష్యకు వెలుపలనున్నదిగాన కుజుడు భూగ్రహము. భూగ్రహముల ననుసరించుటకు తగినసమయము అని షడ్భాంతరమందున్నపుడే. భూగ్రహము, భూమి, సూర్యుడు వరుసక్రమములో నొకదిశయందున్నపుడు ఆభూగ్రహము షడ్భాంతరమును పొందినదందురని లోగడ తెలిసికొనియుంటిమి. షడ్భాంతరసమయములో భూభూగ్రహముల నడిమిదూరము సాధారణముగా కగిష్ఠ పరిమాణమును పొందును కాబట్టి వానినవేక్షించుటకది తగిన సమయము. కుజగ్రహకక్ష్య యొక్క-వ వికేంద్రతను (0.09)

చెందియున్నది. అందుచేత షడ్భాంతరసమయములలో భూ కుజుల సహజమేదూరములు హరుజుల సాపేక్షస్థానములనుబట్టి మారుచుండును. కుజులు ఉచ్చస్థితియందున్నపుడు షడ్భాంతరముసంభవించినట్లయిన భూకుజులసహజమేదూరము 6,00,00,000

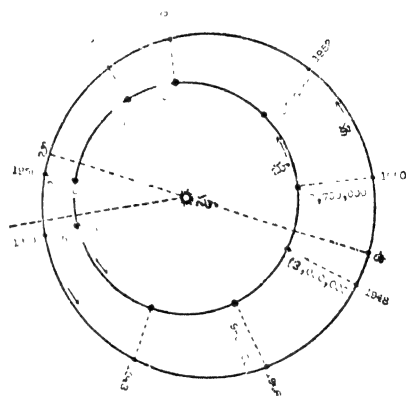
మైళ్ళకు మించియును, నీచస్థితియందున్నపుడు సంభవించినట్లయిన భూకుజుల సహజమేదూరము 3,50,00,000 మైళ్ళకు లోపునను ఉండును.

కాబట్టి నీచస్థితియందున్న పుష్యకుజునకు షడ్భాంతరము కలిగినచో అప్పుడా గ్రహము సవేక్షించుటకు మిక్కిలి అనువుగనుండును.

1956 వ సంవత్సరము సెప్టెంబరు నెలలో అట్టి

తరుణము మరల నాసన్నయు కానున్నది. సాధారణముగా 15, 17 సంవత్సరములకొకసారి నీచస్థితియందున్నపుడు కుజునకు షడ్భాంతరము కలుగుచుండును.

నీచస్థితియందున్న సమయములో కుజునకు షడ్భాంతరము కలిగినట్లయిన ఒక్క శుక్రడుతప్ప మిగిలిన గ్రహము లన్నిటికంటెనుకూడ హెచ్చుదీప్తితో నది తేజరిల్లును.



33 వ చిత్రము

ఉచ్చస్థాన సమీపమందున్న పుష్యకుకంటె నీచస్థాన సమీపమందున్న పుష్యకుసంభవించిన షడ్భాంతరసమయములలో కుజుడు భూమికి ఎక్కువచేరువగా నుండును.

సూమారు 75 రెట్లు అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినితో కుజగ్రహము నాసమయమందవేక్షించినయెడల చంద్రబింబమంత పరిమాణముగల బింబముగా నది గోచరించును.

కుజగ్రహమునుగూర్చి జరిగినంత సమగ్రమైన అవేక్షణలు మరియొకతర గ్రహమునుగూర్చియు జరుగలేదు. కుజుడు భూమికి కొంతచేరువగనుండుటయు, కుజవాతావరణము పారదర్శకమై యుండుటయు నంచులకు ముఖ్యకారణములు. దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు కుజగ్రహము చాలమనోహరముగ నుండును. దాని ఉపరితలవైశాల్యముతో రమారమి అయి దింట మూడుపాళ్లు సమానదీప్తిగల నారంగవర్ణముతో ప్రకాశించుచు నయినానందకరముగ నుండునట! కుజుడు రక్తవర్ణముతో నాకాశమున ప్రకాశించుటకు కారణము ఆగ్రహోపరితలముతో హెచ్చుభాగ మీరీతిని నారంగవర్ణపు కాంతితో ప్రకాశించుటయే. కుజగ్రహధ్రువములయొద్ద, ఒకప్పుడు శ్చైరధ్రువము నొద్దను, వేరొకప్పుడు దక్షిణధ్రువమునొద్దను పర్యాయముగా తెల్లనిటోపీలవంటి మండలములు గోచరమగును. ఈమండలములు ఆచుర్ధగోళమందు శీతకాలము ప్రారంభమైననాటి నుండియు క్రమముగా విస్తరించి, వేసవికాలమారంభమై, యెండలు ముదిరినకొలదియు నెమ్మదిగా క్షీణించిపోవును. ఒకానొక సమయమందు కుజగ్రహ దక్షిణార్ధగోళముతో ధ్రువ ప్రాంతమందేర్పడిన యిట్టితెల్లని మండలముయొక్క వ్యాసము రమారమి 3,700 మైళ్ళవరకును పెరిగినదట! ఈతెల్లని మండలములు మంచుచే నేర్పడుచున్నవనియు, నామండల

మంచున్న మంచు వేసవికాలములో నెండలకు కరిగి శీతకాలములో చలికి తిరిగి పేరుకొనుచున్నదనియు శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు.

తెల్లని మండలములు మాత్రమేగాక వేర్వేరు ఛాయలను, ఆకారములను, పరిమాణములను కలిగియున్న కాంతిహీనమైన నిఘనైన మచ్చలుకూడ కుజగోళతలముపై గోచరమగుచుండును. నిశితపరిశీలనవలన నీమచ్చల పరిమాణములోను, ఛాయలోను అప్పుడప్పుడు స్వల్పమైనమాపులు కలుగుచున్నట్లుల వ్యక్తమగును. కాని సామాన్యముగా నివి స్థిరముగనే యుండును. ఈమచ్చలున్న భాగములు జలాశయములనియును, నారంగవర్ణముతోనున్న భాగమంతయు ఎడారియనియు నొకానొకప్పుడు శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచుండెడివారు. తదనుగుణముగా వానికి పేరులనుగూడ వారేర్పరచిరి.

ఇటీవల మహాధికీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినుల సాహాయ్యముతో కుజగ్రహచ్ఛాయాచిత్రములను శాస్త్రజ్ఞులు తీసినారు. ఆ ఛాయాచిత్రములవలన కుజగ్రహమందలి ఋతువులనుబట్టి దానితలమందలి మచ్చలఛాయలలోను, ఒక్కొక్కప్పుడు వానిపరిమాణములోనుకూడ మాపులు వచ్చుచున్నవని విశదమైనది. వేసవికాలమారంభమై ధ్రువముచుట్టునున్న తెల్లనిమండలము సంగోచమును పొందటంతో నాభాగము కాంతిహీనమైన మండలముగా మారును. ఆతరువాత మరికొంత కాలమునకా కాంతిహీనమండలము అకుపచ్ఛవర్ణమును పొంది, అనేకచ్ఛాయలతో నొప్పుచు దూరదర్శినితో చూచినపుడు

కనుల కానందమును చేకూర్చును. ఇక నాయుధ్యగోళమందు శీతకాలము ప్రారంభమగుటతో ఆ ఆకుపచ్చవర్ణము క్రమముగా నదృశ్యమై, ఆభాగములో కొంతమేర నారంగవర్ణమును, ధ్రువముదగ్గరభాగము తెల్లనిరంగును పొందును. ఈవిధముగా ఆమచ్చలున్న భాగముల వర్ణములు ఋతువులననుసరించి మారుచుండుటచేత నవి జలాశయములు కావనియు, పచ్చని బయళ్ళనియు శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు. ఈభాగములనుండి పరావర్తితమైనకాంతిని యిటీవల క్యూపెర్ విజ్ఞాని పరీక్షించి, నాచుమున్నగు తక్కువజాతి మొక్కలక్కడనున్నట్లును, కాయలను కాచెడి మొక్కలక్కడేనియును లేనట్లును సూచించినాడు.

ఈమచ్చలును, ధ్రువప్రాంతమందలి తెల్లనిటోపీలును గాక కుజగ్రహగోళతలమందు వేర్వేరు ప్రదేశములలో చిన్న చిన్న తెల్లని దీప్తిమంతమైన మచ్చలు అప్పుడప్పుడు గోచరించుచుండును. అవియన్నియు తాత్కాలికమైనవే. వానిలో కొన్ని కొన్నిగంటలసేపును, మరికొన్ని కొన్నిదినములవరకును ఉండును. ఇట్లు కొన్నిగంటలకాలముమాత్రమేయుండుమచ్చలు కుజగ్రహవాతావరణమందేర్పడిన తేనెమంచ సూర్యకాంతిని పరావర్తనమొనర్చుటచేత నేర్పడుచున్నవనియును, కొంత యెక్కువకాలముండునట్టిమచ్చలు కుజగ్రహవాతావరణమందేర్పడిన గాలిదుమారమువలన సంభవించుచున్నవనియును శాస్త్రజ్ఞు లూహించుచున్నారు.

పైని పేర్కొనిన మచ్చలును, ధ్రువప్రాంతమందలి తెల్లని టోపీలునుగాక కుజగోళతలమందు క్రమబద్ధముగానున్న

కొన్ని రేఖలనుకూడ తానన్వేషించినట్లు 1877 లో పియాపరెల్లి అను ఇటలీదేశ ఖగోళవిజ్ఞాని ప్రకటించెను. ఈరేఖలు ఎడారిభాగముద్వారమున వందలకొలదిమైళ్ళు వ్యాపించి పైనివివరించిన మచ్చలభాగములతో సంతమొందుచున్నవి. ఈరేఖలను కనుగొనినసమయములో పెద్దపెద్ద జలాశయములుగా నామచ్ఛలున్న భాగములు భావింపబడుచుండుటచేత కుజగోళవాసులు త్రవ్విన పెద్దపెద్దకాలువలే యీరేఖలు అప్పుడువిజ్ఞానభావించిరి. కాని ఆసునికశాస్త్రజ్ఞు లావాదము సంగీకరించుటలేదు. పైగా కొందరు ఖగోళవిజ్ఞానులు తమకవి గోచరమగుటయేలేదని వచించి, వాని యునికినే శంకించిరి. కాని విల్సన్ పర్వతవేధ శాలకు చెందిన సిటెట్విజ్ఞాని తానీరేఖలను చూచినట్లును, వాని నవేక్షింపగలుగుట అట్టి యవేక్షణములందు బాగుగా నాతి తేరినవాతికేగాని సాధ్యము కాదనియును వచించుచున్నాడు. బహుశః 200 అంశముల దూరదర్శినితో 1956 లో సంభవింప నున్న షడ్భాంతర సమయమున కుజగ్రహము నవేక్షించినచో ఆరేఖల తత్వము కొంతతేలునేమో !

కుజగోళతలమందు స్థిరముగానున్న మచ్చలనుబట్టి కుజగ్రహభ్రమణకాలము 24 గం. 37 ని. 22.58 సెకనులని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయింపగలిగిరి. కుజగ్రహభ్రమణకాలమునకును భూభ్రమణకాలమునకును ఎక్కువభేదములేదు. ఇక భూమి యేరితగా భ్రమించుచున్నచో కుజగ్రహముకూడ అదేదిశలో భ్రమించుచున్నది. భూభ్రమణాక్షము క్రాంతివృత్తతలమున కెంత యేటవాలుగనున్నచో కుజగ్రహభ్రమణాక్షముకూడ

దానిపరిభ్రమణకక్ష్యాతలమున కించుమించు అంతయేటవాలు గనే యున్నది కాబట్టి భూగోళమంచువలెనే కుజగోళమందు కూడ ఋతువులు కలుగుచున్నవి.

కుజగ్రహమునకు రెండు ఉపగ్రహములు గలవు. వీనిని వనఫ్ హేల్ అను అమెరికాసంయుక్తరాష్ట్రవాసి 1877 లో కనుగొనెను. వీనిలో కుజనకు చేరువగానున్న ఫోబాస్ అను ఉపగ్రహము పడమట నుదయించి తూర్పున నస్తమించుచు, దినమునకు మూడుమారులు కుజగ్రహముచుట్టు పరిభ్రమించుచుండును. ఇక దూరముగానున్న డైమాస్ కొంతమందగతితో సంచరించునట్టి యుపగ్రహము. కుజగోళమున కేగుట మన కెన్నడైనను సాధ్యమైనచో డైమాస్ తో పందెమువేసికొన్నట్లు వేవేగమే నక్షత్రముల పురోభాగమున ఆకాశమందు సంచరించుచున్న ఫోబాస్ ను చూచి యెంతమురియుచుమో ! !

ఆస్తిరాయిడులు

సూర్యునినుండి వివిధగ్రహములకుగల దూరములను తెలియజేయు నియమమును బోడేవిజ్ఞాని అన్వేషించునాటికి బుధ, శుక్ర, భూ, కుజ, గురు. శనిగ్రహములుమాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులకు తెలిసియున్నవి. బోడే నియమమందు 10-ని భూ సూర్యుల నడిమిదూరముగా మనము పరిగణించినట్లయిన 4-బుధ సూర్యుల నడిమిదూరమును, 7- శుక్రసూర్యుల నడిమిదూరమును, 16- కుజసూర్యులనడిమిదూరమును, 52- గురు సూర్యుల నడిమిదూరమును సూచించుచుకదా. అయినచో 28- యేగ్రహమునకును సూర్యునకునుగల నడిమిదూరమును

నిరూపించును? అంతవరకు తెలిసిన గ్రహములన్నియు బోడే నియమమును స్థూలముగా ననుసరించుచున్నవి కాబట్టి 28- అంకెను సంబంధించిన గ్రహమొకటి తప్పక ఉండియుండవలెనని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడిరి.

బోడేశాస్త్రజ్ఞుడు, పైనియమమును ప్రతిపాదించుటకు పూర్వమే కొందఱు విజ్ఞానవిశారదులట్టి గ్రహమొకటి అంత రాశములో కుజగురులనడుమ కక్ష్యనేర్పరచుకొని సూర్యుని చుట్టును పరిభ్రమించుచుండవలెనని భావింపకపోలేదు. ఆ గ్రహము కనపడకపోవుటకు కారణము ఆ గ్రహవాసుల కపటవర్తనమునకు కుపితుడై పరమేశ్వరు డా గ్రహమును నాశనమొనర్చుటయేయని యూహించి కెప్లర్ విజ్ఞాని యంతటివాడుకూడ సంతృప్తుడయ్యెను. కాని పూర్వుల భావములకు విరుద్ధముగా శనిగ్రహమునకు వెలుపలనున్న యురేనస్ గ్రహము 1781 లో కనుగొనబడుటయున్న ఆ గ్రహమునకును సూర్యునకునుగల దూరము బోడేనియమము ననుసరించియే యుండుటయును శాస్త్రజ్ఞులకు చాలయాశ్చర్యమును కలిగించినది. అందుపై కుజగురుల నడిమిప్రదేశములో కక్ష్యనేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టు పరిభ్రమించు గ్రహమొకటి యుండితీరవలెననియు, సూర్యునినుండి దానిదూరము బోడే నియమానుగుణముగకూడ నుండవలెననియు శాస్త్రజ్ఞులు విశ్వసించి, దాని యన్వేషణకై వెంటనే పూనుకొనిరి. వారిలో ముఖ్యముగా పేర్కొనదగినవారు ఫ్లాజాక్, ఫ్యూజివిజ్ఞానులు.

కుజగురుగ్రహములనడుమ నుండవలసిన ఆ గ్రహము భూమికి కుజగ్రహమెంతదూరమందున్నదో అంతకంటె ఎక్కువ

దూరమందే భూమినుండియున్నను, గురుగ్రహముకంటె భూమికి చేరువగానున్నదనుటగో సందేహములేదు. కాని అదియంతవరకు శాస్త్రజ్ఞుల అవేక్షణలకు చిక్కలేదు కాబట్టి పరిమాణమునందని గురుగ్రహముకంటె చాలచిన్నదనుట నిశ్చయము. అందుచేత కడుసమర్థతతో నవేక్షణలను సాగించిననేగాని ఆ గ్రహమును కనుగొనుట కష్టమని ఫాజాక్ విశ్వసించి ఆకార్యక్రమములో తనకు యోడ్డుకుటకై మరికొందరు శాస్త్రజ్ఞులను కూడ నియమించెను. వీరందరు గగనతలమును 24 భాగములుగ జేసి, ఒక్కొక్క శాస్త్రజ్ఞు డొక్కొక్క భాగము నవేక్షించు నట్లేర్పరచుకొని 1800 సంవత్సరములో కార్యక్రమమును ప్రారంభించిరి.

సరిగా నదేసమయములో ఫయాజియను ఇటలీదేశ ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు సిసిలీదీప్వమందు గగనతలమున గోచరమగు నక్షత్రములనన్నిటిని సమగ్రముగా ననుశీలింపవలెనను సంకల్పముతో వాని నవేక్షించుచు, టారస్ రాశిలో 8-వ పరిమాణము గల నూతన ఖగోళము నొకదానిని కనుగొనెను. ఆతరువాత 1801 వ సంవత్సరము జనవరి 1-వ తేదీని ఆ నూతన ఖగోళమును మరల నవేక్షించునప్పటి కది తన తొల్లింట్టి స్థానములోగాక నూతనస్థానమున ప్రత్యక్షమయ్యెను. ఆ ఖగోళము నక్షత్రమైయుండిన ఆస్వల్పకాలవ్యవధిలో దానిస్థానమందు మార్పురాదు. అందుచే ఆయన యాశ్చర్యపడి దానినిగూర్చి పూర్తిగా తెలిసికొనుటకై జనవరి 24 వ తేదీవరకును దాని నవేక్షించుచునే యుండెను. ఈయవేక్షణలఫలి

తముగా నది నక్షత్రముకాదనియును, గ్రహమో బోక చుక్కయో అయి యుండవలెననియును ఆయన నిశ్చయించి, యావిషయమును బోధింపను, మరియొకశాస్త్రజ్ఞునకును తెలియ పరచెను. ఆతరువాత ఫిబ్రవరి 11 వ తేదీవరకు ఆతడా ఖగోళము నవేక్షించుచునేయుండెను. కాని యంతలో నిరంతరా వేక్షణజనితప్రయాసచే ఫయాజి వ్యాధిగ్రస్తుడగుటతో నాయవేక్షణ లంతటితో నాగిపోయినవి.

ఫయాజివాసినజాబు మార్చినెలచివరకుగాని బోడే పండితునకు చేరలేదు. ఆయన దానిని చూచుకొని, తన నియమమున కనుగుణముగా కుజగురుగ్రహముల నడుమనూండ వలసిన గ్రహము అదియో యైయుండునని విశ్వసించి, ఆఖగోళముకొరకై యారాత్రియే గగనతలము నవేక్షించెను. కాని అప్పటికే యది సూర్యుని సమీపించుటచే ఆయనకు గోచరము కాలేదు ; సెప్టెంబరునెల చివరకుగాని మరల నది కనపడు నవకాశముకూడ లేదు. ఇంతలో గాస్ అను జర్మనీదేశ యువక విజ్ఞాని ఫయాజి అవేక్షణఫలితముల నాధారముచేసికొని యా నూతనఖగోళకక్ష్యను గణించి, దానిని తిరిగి యవేక్షించునపుడు తొల్లింటిశ్రమనంతను పడ నవసరము లేకుండుటకై అది మరల నెన్నడు ప్రత్యక్షమగునో, ఆనాడు గగనతలమున నేవిశగా నవేక్షించినచో నది గోచరమగునోకూడ వివరించెను. తరువాత సరిగా గాస్ చెప్పినదిగమున, ఆకాశములో ఆయనచెప్పిన ప్రదేశమందే ఫాజాక్ అనునాత డా గ్రహమును తిరిగి కనుగొనెను. ఆమరుచటిదినమున ఆల్బెర్సు అను శాస్త్రజ్ఞుడకూడ

దానిని స్వతంత్రముగా కనుగొనెను. వెంటనే సినిమాలో ప్రముఖ పేరున నీనూతన గ్రహమునకు నీరీస్ అని ఖయాలు నామకరణ మొనర్చెను.

సూర్యనకును భూమికిని నడిమిదూరము 10 అంగుళములకొన్న ఛో సూర్యనకును నీరీస్ నకును గల సరాసరిదూరము 27.67 ఉండును. భోజేగియును ప్రకార మిదూరము 28.0 కావున సూర్యసమయములో గురుకుల స మనుండి యీరత కాలము కనబడక దానియున్న గ్రహమనియేయిది వినిత మగును. 1800 సంవత్సరము వరకు సవేష్టించబడిన గ్రహము లందెల్ల నీది పరిమాణమునందు చిన్నది. దీని వ్యాసము రిహారమి 480 మైళ్ళు. భూవ్యాసము 7,917 మైళ్ళు.

నీరీస్ గ్రహము కనుగొనబడిననాటినుండియు ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులందఱు తమ దూరదర్శినుల నాగ్రహము వైపున తేల్చి, పదేపదే దానినే సవేష్టించుచుండిరి. ఆట్లే సూర్యుని కూడ సదేవిధముగ నానూతన గ్రహము సవేష్టించుచుండ నీరీస్ ప్రక్కనే వరియొక చిన్న ఖగోళము 1802 వ సంవత్సరము మార్చి నెలలో ఆయనకు గోచరమైనది. ఆరగవారి పరిశోధ నలవలన నదికూడ నొక గ్రహమేయిది స్పష్టమయ్యెను. దీనిపేరు 'పెల్లాస్'. భూసూర్యుల నడిమిదూరము 10 అంగుళముల ఛో పెల్లాస్ సూర్యుల నడిమిదూరము 26.7 ఉండును. ఇది నీరీస్ కంటె పరిమాణమునందు కొంచెముచిన్నది. దీని వ్యాసము 304 మైళ్ళు.

నీరీస్, పెల్లాస్ నక్షత్రములను సమగ్రముగా ఆటెప్పి విచ్చూని యనుశీలించి, వానియందు 'దనేకలక్షణములు' సరూ

సముద్రమున గోచరించుటచే నది లెంపను నొకపెద్దగ్రహమునకు విడిచినను ముక్కలైయుండవలెనను, స్వీముక్కు లింకిను ముక్కుతో నుండునచ్చునను ప్రతిపాదించెను.

ఆల్బెర్ట్ శాస్త్రిగారి యీ ప్రతిపాదన నాధారముగా చేసి కొన్ని ఆయల్బుగ్రహములను కనుగొనుటకై ఖగోళవిజ్ఞానులందఱు తమ దూరదర్శినులను గగనతలమున నీరీస్, పెల్లాస్ లున్న భాగ మువైపు ప్రొద్దు యవేక్షింపసాగిరి. తత్ఫలితముగా కొన్ని వందల అల్బుగ్రహములు క్రమముగా సవేక్షితమైనవి. 1891 వ సంవత్సరమువరకును కేవలము దూరదర్శిని ద్వారమున కంటితో చూచి యీ అల్బుగ్రహముల సవేక్షింపుచుండెడివారు. 1891 వ సంవత్సరమునాగి కారీబిగా కనుగొనబడినవాని సంఖ్య 322. ఈయన్వేషణస్థలి యంతసామర్థ్యమైనదిగాదని హైడెల్ బర్గు వాసియైన మేస్సూర్ వాని విజ్ఞాని నిర్ధరించి, దానికి బదులుగా ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతిని ప్రవేశపెట్టెను. ఈపద్ధతియందు దూరదర్శిలో ఛాయాచిత్రఫలకము సమర్పించి దానిని రమారమి ఒకగంటకాలము ఆకాశములో గురుకుజుల నడిమిప్రదేశము వైపు ప్రదర్శింపజేయుదు. నక్షత్రముల ద్వైకసంచలనమున కనుగుణముగా దూరదర్శిని పశ్చిమదిశగా తనఅక్షముపై సంచరించుచుండును కాబట్టి నక్షత్రములు చుక్కలవలెను నక్షత్రముల దృశ్యద్వైకసంచలనవేగములకువ్యత్యాసమైన వేగములను కలిగియున్న అల్బుగ్రహములు చిన్నగీతలవలెను ఆఛాయాచిత్ర ఫలకమునం దేర్పొందు. ఆ చిన్నగీతలనుబట్టి వాని ఉనికిని తెలిసికొందురు. ప్రతిసంవత్సరము వందలకొలది అల్బుగ్రహములు నేటికి నీరీతిగా కనుగొనబడుచున్నవి.

కుజగురులనడుమ కక్ష్యలనేర్పరచుకొని సూర్యునిచుట్టు పరిభ్రమించుచున్న యీ అల్పగ్రహముల నన్నిటినిచేర్చి 'ఆస్టిరాయిడులు' అని పేర్కొందురు. అల్పగ్రహములను పేరుతోనే వీనిని వ్యవహరించుటయును లేకపోలేదు.

ఆస్టిరాయిడు లల్పపరిమాణమూర్తులు. వీనిలో గరిష్ఠ పరిమాణముగలది సీరీస్. దానివ్యాసము 480 మైళ్ళు. కాని దాని యుపరితలపరావర్తనసామర్థ్యముమాత్రము మిక్కిలి తక్కువ. తనపైపడిన సూర్యకాంతిలో నూటికి ఆరుపాళ్ళను మాత్రమే అది పరావర్తనమొనర్చగలదు. అందుచేత తన కంటే తక్కువపరిమాణముగల వెస్టాకంటెనుకూడ తక్కువ దీప్తితో నది ప్రకాశించుచుండును. ఆస్టిరాయిడులలో కెల్ల యెక్కువ దీప్తిమంతమైనది వెస్టా. దానివ్యాసము 240 మైళ్లే గాని అది తనపైపడిన సూర్యకాంతిలో నూటికి 26 పాళ్ళవరకును పరావర్తనమొనర్చగల సామర్థ్యమును కలిగియుండుటచే ఎక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరించుచున్నది. షడ్భాంతరసమయములోనది యించుమించు అరుంధతీనక్షత్రదీప్తియంత దీప్తితో వెలుగొందుచు వట్టికంటికికూడ ఆనును. ఇక మిగిలిన ఆస్టిరాయిడులలో పెల్లాస్, జూనోలు తప్ప తక్కినవన్నియు మిక్కిలిచిన్నవి ; మహాదీప్తిమంతములుకూడకావు. వందల కొలదిగనున్న ఆస్టిరాయిడులన్నింటిలోను పది, పన్నెండింటి వ్యాసములుమాత్రమే నూరుమైళ్ళకుమించి యుండును. శేషించినవాని వ్యాసములు 50 మైళ్ళకంటే తక్కువే. ఒకటి రెండు మైళ్ళ వ్యాసములను కలిగియున్న ఆస్టిరాయిడులుకూడ అనేకములుగలవు.

ఆస్తిరాయిదులు చాలచిన్నవగుటచేత వానినిర్ధానమును గూర్చిగాని ఉపరితలపరిస్థితులనుగూర్చిగాని శాస్త్రజ్ఞులకంతగా నేమియును తెలియదు. సామాన్యముగా గ్రహకక్ష్యలన్నిటి వలెనే ఆస్తిరాయిదులలో పెక్కింటికక్ష్యలు తక్కువవికేంద్రతనే కలిగియున్నవి; వాని కక్ష్యాతలములుకూడ క్రాంతివృత్తతలమునకు కొద్దిగనేవంగియున్నవి. ఇందుకుతార్కాణము 1383-లింబర్డియాను ఆస్తిరాయిదు. దీనికక్ష్య ఇంచుమించు క్రాంతి వృత్తతలమందే యున్నదని చెప్పవచ్చును. ఇక దానికక్ష్యా తలము క్రాంతివృత్తతలమునకు 0.009 అంశలుమాత్రమే యేట వాలుగ నున్నది. కాని కొన్ని ఆస్తిరాయిదుల కక్ష్యలుమాత్రము ఎక్కువవికేంద్రతను చెందియున్నవి; వానితలములు క్రాంతి వృత్తతలమునకు హెచ్చుగావంగికూడ నున్నవి. హైడల్ గో అనునొక ఆస్తిరాయిదుకక్ష్యయొక్కవికేంద్రత 0.66; దాని కక్ష్యాతలము క్రాంతివృత్తతలమునకు 42.5 అంశలు వాలుగ నున్నది.

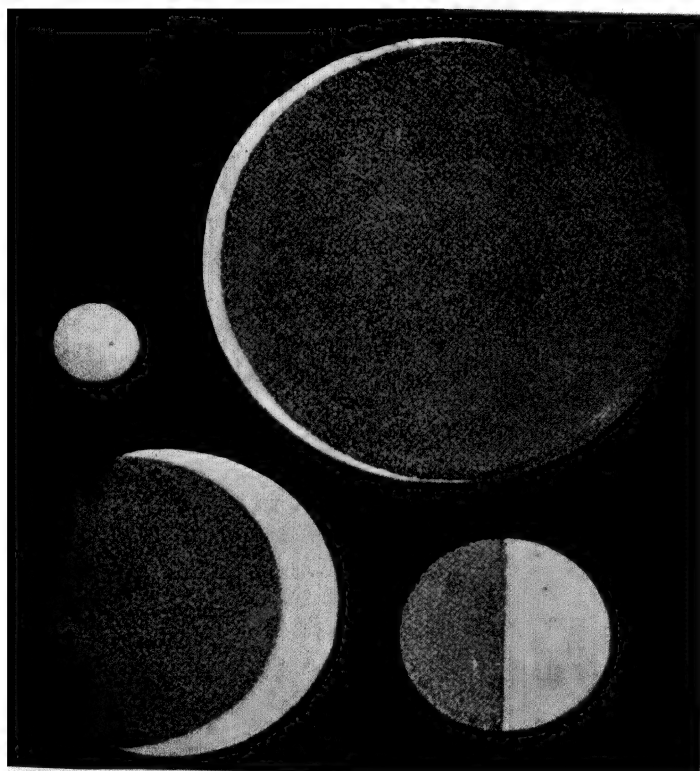
గ్రహములన్నిటివలెనే ఆస్తిరాయిదు లన్నియుకూడ సూర్యునిచుట్టు పడమరనుంచి తూర్పుదెగుగా పరిభ్రమించుచున్నవి. వాని పరిభ్రమణకాలములు 3½ సంవత్సరములకును 6 సంవత్సరములకును వడుమ నుండును.

ఆస్తిరాయిదులలో నొక్కొక్కదానికి ఒక్కొక్క కక్ష్య యున్నది. ఈకక్ష్యలన్నియు సామాన్యముగా కుజగురుకక్ష్యల నడుమనేయున్నను కొన్ని ఆస్తిరాయిదుల కక్ష్యలుమాత్రము ఎక్కువవికేంద్రమైయుండుటవలన, కుజకక్ష్యలోనికి చొరుచు కొనియున్నవి. అందుచేత ఆకక్ష్యలలో తిరుగుచున్న ఆస్తిరాయి

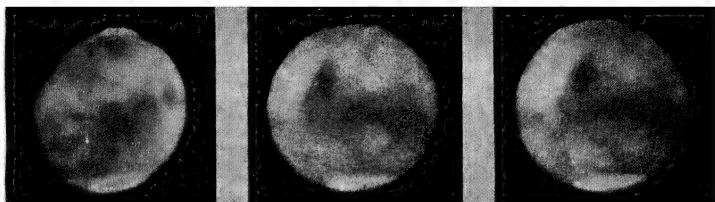
డబ్బు ఒక్కొక్కప్పుడు భూమికి చాలచేసేవగ నున్నచుండును. 1932 వ సంవత్సరము ఏప్రిల్ నెలలో అన్వేషించబడిన ఎపాలా అను అల్పగ్రహము భూమికి 65,00,000 మైళ్ళదూరమునకు వచ్చినది. కాని అంతకంటెనుకూడ భూమికి దగ్గరగా వచ్చిన అల్పగ్రహము హెల్మెస్. 1937 వ సంవత్సరము అక్టోబరు 30 వ తేదీని భూమికి దూరము 4,85,000 మైళ్ళు దగ్గరగా నది వచ్చినది. చంద్రునిగాక భూమికంటెచేసేవని వచ్చిన ఖగోళము మరియొకటి లేదు.

సూర్యకుటుంబములోని యితరగ్రహములనలెనే ఆప్టి రాయుడును నుత్పన్నమైనది కాబట్టి అవికూడ నా గ్రహముల నిర్మాణమునే కలిగియుండవలెనని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. కాని అది అత్యల్పమూర్తు లగుటవలన నానిని పరివేష్టించి వాతావరణమునుకూడ కనుమంతయు నవకాశము లేదు. అది గోళాకారమందున్న కణికాసాణములైయుండ నోరును. కాని వాటిలో ఈరోజు అనుదాదీప్తి ఒకనియుమము ననుసరించి భూమిచుండుటచేసినది ఇంకవలె దీర్ఘఘనాకారమును కలిగియుండుననియును, అది తనచుక్షముపై భ్రమించుటతో ఒకసారి ఎక్కువ వైశాల్యముగల తలమును వేరొకసారి తక్కువ వైశాల్యముగల తలమును మనకు ప్రదర్శితమగునుకాబట్టి దాని దీప్తిలో వ్యత్యాస మేర్పడుచున్నదనియును శాస్త్రవేత్త లభిప్రాయపడుచున్నారు.

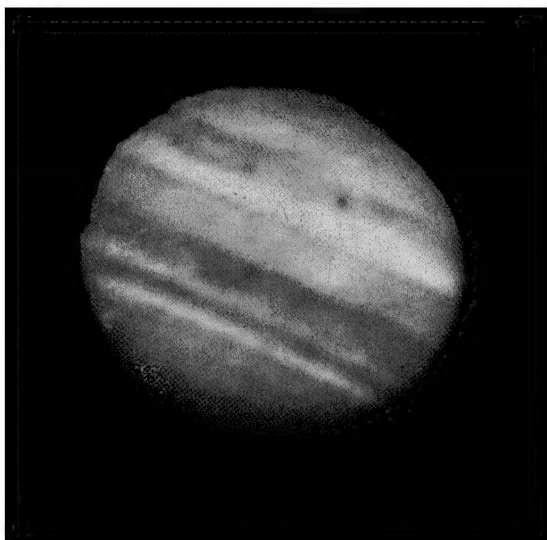
కుజగురులననుమ కక్ష్యనేర్పరుచుకొని తిరుగుచుండెడి గ్రహమొకటి కారణాంతరములచే బ్రదుకుకాగా ఆప్టిరాయుడు తేర్పడినవని ఖగోళవిజ్ఞానపారంగతు లూహించుచున్నారు.



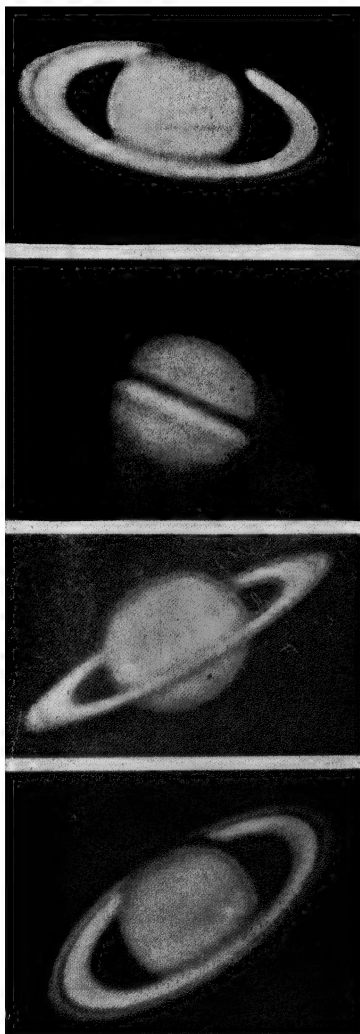
12-వ పటము. శుక్రని కళలు (పుట. 177)



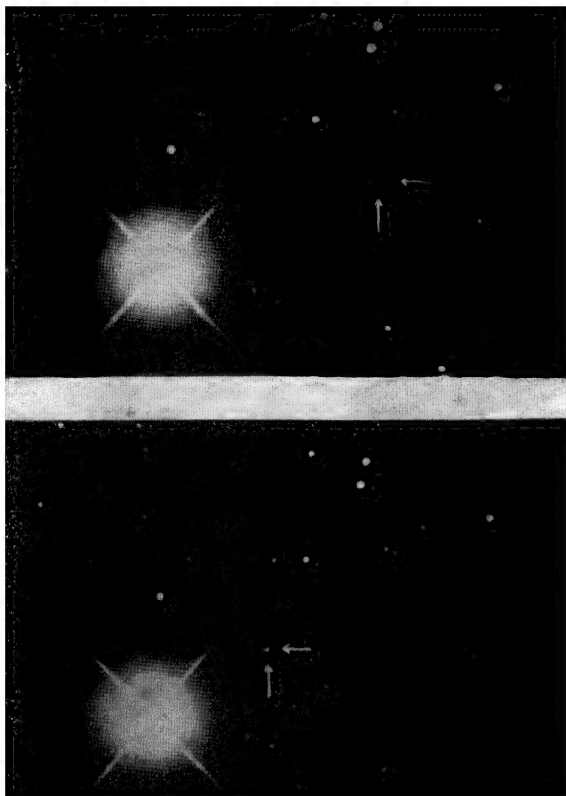
13-వ పటము. శుక్రము (పుట. 188)



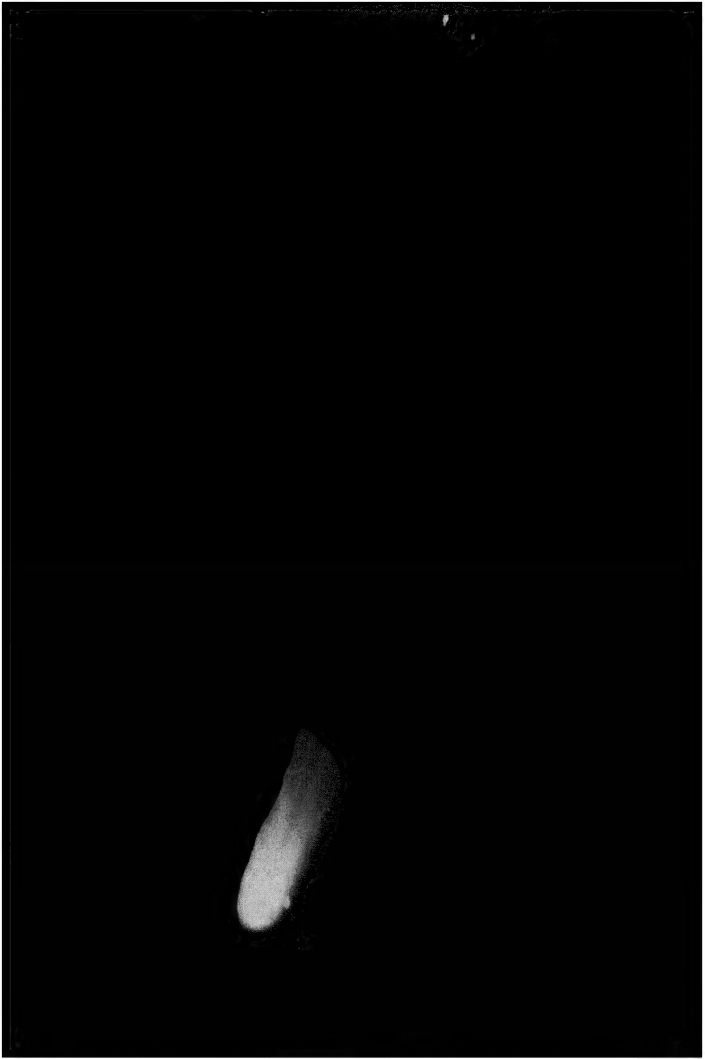
14-వ పటము. గురువు (పుట. 202)



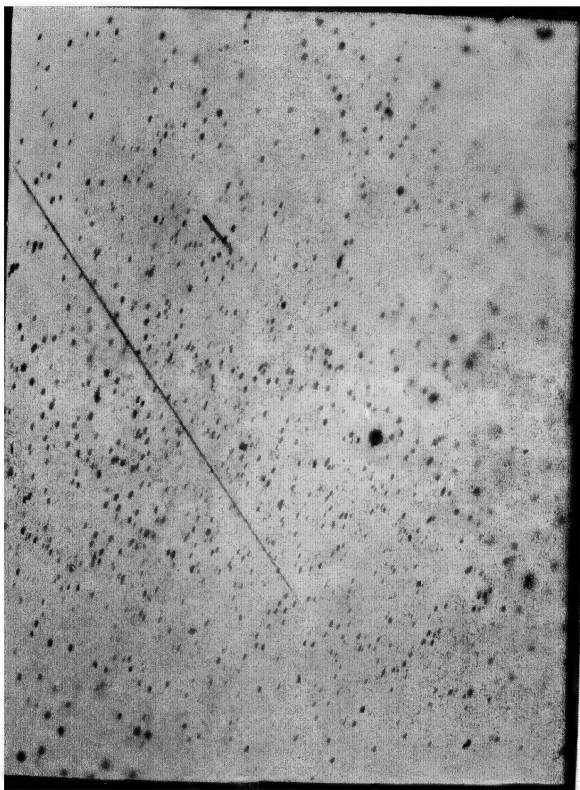
15-వ పటము. శని (పుట. 211)



16-వ పటము. ప్లాటోగ్రహస్వేషణ (పుట. 220)



17-వ పటము. హేరీతోకచుక్క (పుట. 226)



18-వ పటము. భూమివైపు పడుచున్న ఉల్కా ఒక కాంతిరేఖవలె
గోచరించును. (పుట. 233)

గురుడు

గ్రహములన్నిటిలోను మిక్కిలి పెద్దది గురుడు. భూమి కంటె పరిమాణములో నిది సుమారు 1300 రెట్లు పెద్దది. సూర్యకుటుంబములోని మిగిలిన గ్రహముల నన్నిటిని చేర్చి ఒక ముద్దగా చేసినను, అది గురుగ్రహమంత పరిమాణమును కలిగి యుండదు. గురుగ్రహ మంతపెద్దదియగుటవలన భూమికది కొన్నిగ్రహములకంటె హెచ్చుదూరములో నున్నను మొదటి పరిమాణనక్షత్రమంత దీప్తిమంతముగా ఆకాశమున గోచర మగుచున్నది. గ్రహములలో శుక్రుని తరువాత హెచ్చుదీప్తితో ప్రకాశించుచు భూవాసులకు గోచరమగున దదియే.

ఆప్టిరాయిగుల తరువాత కక్ష్య నేర్పరచుకొని గురు గ్రహము సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నది. గ్రహకక్ష్య లన్నిటివలె గురుగ్రహకక్ష్యకూడ దీర్ఘవృత్తాకారముననేయున్నదిగాని కొన్నిగ్రహకక్ష్యలకంటె కొంచెమెక్కువగా నది వికేంద్రతను చెందియున్నది. దాని కక్ష్యావికేంద్రతపరిమాణము 0.048 ; అంచేత గురుసూర్యుల కనిష్ఠ, గరిష్ఠదూరములలో కొంత హెచ్చువ్యత్యాసము గోచరించును. గురుసూర్యుల సరాసరి దూరము 48,30,00,000 మైళ్ళు. భూసూర్యుల సరాసరి దూరమునకు గురుసూర్యుల సరాసరిదూరము 5.203 రెట్లుండును. ఇక గురుడు సూర్యునకు మిక్కిలి దగ్గరగా నున్నపుడు 4.95 ను, మిక్కిలిదూరముగా నున్నపుడు 5.45 ను రెట్లి దూరములో నుండును.

గురుగ్రహము సూర్యునిచుట్టు ఒకసారి పరిభ్రమించుటకు 11.86 సంవత్సరములు పట్టును. దాని సరాసరి పరిభ్రమణ

వేగము సెకనునకు 8 మైళ్ళు. భూపరిభ్రమణవేగముకంటె 91ది మిక్కిలి తక్కువ. సూర్యునినుండి గ్రహముల దూరములు హెచ్చినకొలదియు వాని పరిభ్రమణవేగములు తగ్గిననుట కిది నిదర్శనము.

గురుగ్రహము సమమైన గోళాకారమున లేదు. భూమి వలెనే యదికూడ ధ్రువములచేతి కొంచెమదుమబడియున్నది. దాని మధ్యరేఖావ్యాసము 88,700 మైళ్ళు ; ధ్రువవ్యాసము 82,800 మైళ్ళు. గురుగ్రహమింకొకటి ధ్రువములదిశగా నెక్కువ అదుమబడియుండుటకు కారణము దాని అధికభ్రమణవేగము. గురుగోళభ్రమణకాలము 9 గంటల 55 నిమిషములు. భూగోళ భ్రమణకాలము 24 గంటలు. దీనిబట్టి భూమధ్యరేఖపైనున్న వస్తువుకంటె గురుమధ్యరేఖపై నున్నవస్తువు మిక్కిలి యెక్కువ వేగముతో తిరుగుచున్నదని మనకు వ్యక్తమగును. ఈయధిక భ్రమణవేగమువలన భూమివలెనే గురుగ్రహముకూడ ద్రవస్థితి యందున్న సమయములో ధ్రువములదిశగా నదుముడును పొందినది. భూభ్రమణవేగముకంటె గురుగ్రహభ్రమణవేగ మెక్కువ కాబట్టి ఉత్తరదక్షిణదిశగా భూమిపొందిన అదుముడుకంటె గురుగ్రహముపొందిన అదుముడుకూడ అధికమే. దూరదర్శినిగో గురుగ్రహమును చూచినట్లయిన దీర్ఘగోళాకారమున నది గోచరించును.

గురుగ్రహమును దూరదర్శినిగో నవేక్షించినపుడు దాని మధ్యరేఖకు సమాంతరముగ కొన్ని కాంతిహీనమైన దళములు లేక మండలములు కనపడును. ఈమండలము లెల్లప్పుడు సమా

నాకారమును కలిగియుండిక నచా మార్పునొందుచున్న స్థిగ పడును. గురుగ్రహభ్రమణముచలన నేర్పడిన వాయువ్రవా హములే యీ మండలములని శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు.

గురుగ్రహమధ్య రేఖకు సమాంతరముగనున్న మండలములుగాక కొన్ని మచ్చలుకూడ అప్పుడప్పుడు గురుగోళ తలముపై కానవచ్చుచుండును. ఇవి సమాంతరమండలములంత త్వరితగతిని మార్పును పొందవు. వీనిలో ముఖ్యముగా పేర్కొనవలసినది బృహదారుణ లక్ష్మము. పేరులోనే సూచింపబడినట్లు ఇది మిక్కిలిపెద్దది; ఎఱ్ఱగా నుండును. దీర్ఘవృత్తాకారమందున్న యీమచ్చ పొడుపు రమారమి 30,000 మైళ్ళు; వెడల్పు 7,000 మైళ్ళు. దీనిని మొట్టమొదట 1878 వ సంవత్సరములో శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. ఆతరువాత 30 యేండ్ల వరకునది గురుగ్రహతలముపై దీప్తిమంతమైన మచ్చగా గోచరమగుచునే యుండెను. కాని అటుపిమ్మట క్రమముగా దాని దీప్తి క్షీణించినది. ప్రస్తుతమది వెలవెల బోవుచున్న గుండ్రని మచ్చగా మార్పునొందినది.

బృహదారుణ లక్ష్మముగాక మరికొన్ని కాంతిహీనమైన చిన్న చిన్న లక్ష్మములుకూడ గురుగ్రహముయొక్క వేర్వేరు మండలములం దప్పుడప్పుడు గోచరమగుచుండును. ఇవి సాధారణముగా నొక్కొక్కసారి హఠాత్తుగా ప్రత్యక్షమై, ఒకటి రెండు సంవత్సరములకాలముండి పిమ్మట అదృశ్యమగును.

గురుగ్రహమందలి ఒకటి రెండు మచ్చలను జాగ్రత్తగా ననుశీలించినయెడల గురుగ్రహగోళముచుట్టును తిరిగివచ్చుటకు

వేర్వేరుమచ్చలకు వేర్వేరుకాలములు పట్టుచున్నవని స్పష్టమగును. ఇక బృహదారుణలక్ష్మముకూడ నెల్లప్పుడు సమాన భ్రమణకాలమును కలిగియుండుటలేదు. దీనినిబట్టి గురుగ్రహము పూర్తిగా వాయుగోళమో లేదా నడుమనున్న ఘనగోళము నావరించి చాల దళమైన వాయుమండలముకలదియో కానలేనని మనము భావింపవలసియున్నది. ఈ వాయుమండలమందేర్పడిన సుడులే యామచ్చలని పలువురు శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు.

గురుగ్రహము నావరించి దళమైన వాతావరణ మున్నదనుట కెట్టిసందేహమును లేదు. గురుగ్రహవర్ణమాల సనుశీలించినయెడల అందు నల్లనిదళములు మనకు కన్పించును. ఆదళము లెక్కువగా అమోనియావాయువువలన నేర్పడినవే. దీనినిబట్టి గురుగ్రహవాతావరణమందు అమోనియావాయువు చాల విరివిగనున్నదని మనకు స్పష్టమగును. మీథేన్ అను వాయువుకూడ అక్కడ నెక్కువగానే యున్నది.

గురుగ్రహమును పరివేష్టించి దళమైన వాతావరణ మున్నదనుటకు మరియొక నిదర్శనము గురుగ్రహముయొక్క అల్పసాంద్రత. గురుగోళముయొక్క సరాసరి వ్యాసము రమారమి 86,740 మైళ్ళు. దాని పరిమాణము భూగోళపరిమాణమునకు సుమారు 1,300 రెట్లు హెచ్చు. కాని భూగోళద్రవ్యసంచయమునకు రమారమి 317 రెట్లు మాత్రమే గురుగోళద్రవ్యసంచయ మధికముగా నున్నది. దీనినిబట్టి భూగోళసాంద్రతకంటె గురుగోళసాంద్రత నాలుగింతలు లెక్కువయని

వ్యక్తమగును. భూగోళముకంటె గురుగోళము సూర్యున కెక్కువ దూరమందున్నది కాబట్టి భూగోళతాపక్రమముకంటె గురుగోళ తాపక్రమము చాలతక్కువగ నుండునని వేరే చెప్పనక్కర లేదు. గురుగోళతాపక్రమము—140°శ. ఉండునని శాస్త్రజ్ఞులంచనావేసినారు. ఆయత్వల్యతాపక్రమములో గురుగోళ మందలిద్రవ్యమంతయు వాయుస్థితిలోనుండుట సాధ్యముకాదు. అందుచేత గురుగోళమధ్యభాగము ఘనస్థితిలో నున్నదనియును, దానినిచుట్టి దళమైన వాయుమండలము లున్నవనియును, గురుగోళవాయుమండలములు భూగోళవాతావరణముకంటె మిక్కిలి దళముగనుండుటచేతనే గురుగోళసాంద్రత తగ్గుచున్నదనియును స్పష్టమగును.

గురుగ్రహముచుట్టు ప్రదక్షిణముచేయుచు 12 ఉప గ్రహము లున్నవి. వీనిలో 12 వ దానిని 1950 వ సంవత్సరము సెప్టెంబరు నెలలో నొక అమెరికాసంయుక్తరాష్ట్ర ఖగోళ విజ్ఞాని అన్వేషించెను. సూర్యకుటుంబములో గురుగ్రహమున కున్నన్ని యెక్కువఉపగ్రహములు మరియేయితర గ్రహమునకును లేవు. దూరదర్శినిని నిర్మించి గగనావేక్షణకై దానిని మొట్టమొదట నుపయోగించిన కెలీలియోవిజ్ఞాని, గురుగ్రహము చుట్టును తిరుగుచు నాలుగుపగ్రహములున్నవని 1610 సంవత్సరములో కనుగొనెను. కెలీలియోకు పూర్వమే సైమన్ మేయర్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు గురుగ్రహముయొక్క ఉపగ్రహములను మూడింటిని కనుగొనెనని కొందఱందురు. కాని సాధారణముగా గురుగ్రహోపగ్రహన్వేషణగౌరవమును కెలీలియో

విజ్ఞానికే చాలమంది యొసంగుదురు. ఈఉపగ్రహస్వేషణ ఖగోళశాస్త్రచరిత్రలో మిగుల మహత్తరమైనదనుటకు సందేహములేదు. సూర్యునిచుట్టు గ్రహములు తిరుగుచున్నవను వాదము గెలీలియోకాలమునాటికి పలువురకు, ముఖ్యముగా క్రైస్తవమతాధికారులకు, అంగీకృతముకా లేదు. గురుగ్రహోపగ్రహస్వేషణతోగురునిచుట్టును ఏరిభ్రమించుచున్నఉపగ్రహములను వారికి ప్రత్యక్షపరచి, సూర్యునిచుట్టు గ్రహములుకూడ నట్లే ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నవనిప్రబోధించుటకు గెలీలియోకు చక్కని నిదర్శనము చేకూరినది.

గురుగ్రహముయొక్క ఉపగ్రహములను మూడువర్గములుగా విభజింపవచ్చును. వీనిలో గురుగ్రహమునకు చేరువగానున్న అయిదు ఉపగ్రహములను అంతరుపగ్రహములని పేర్కొందురు. ఇవన్నియుకూడ తక్కువ వికేంద్రతగల కక్ష్యలలో పశ్చిమమునుండి తూర్పునకు గురుగ్రహముచుట్టును తిరుగుచుండును. వీనిలో నాలుగుపగ్రహము లెక్కువదీప్తిమంతమైనవి. గెలీలియోవిజ్ఞాని యన్వేషించిన వవియే. అయిదవ ఉపగ్రహమును 1892 వ సంవత్సరములో లిక్ వేధశాలకు చెందిన ఎడ్వర్డు బార్నార్డ్ విజ్ఞాని మొదట కనుగొనెను. ఇది గురుగ్రహమునకు మిక్కిలిచేరువగా నున్నది. ఇక మిగిలిన ఉపగ్రహములనన్ని⁴ని చేర్చి బహుపగ్రహములగా వ్యవహరింతురు. వీనిలో 6, 7, 10 ఉపగ్రహములను ఒకవర్గముగను, 8, 9, 11 ఉపగ్రహములను వేరొకవర్గముగను విభజింపవచ్చును. ఈఉపగ్రహములన్నియును చాలచిన్నవి ; తక్కువ

దీప్తిమంతమైనవి. వీనినన్నిటినికూడ ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతి నే శాస్త్రజ్ఞులవేక్షించినారు. వానికక్ష్యలుకూడ ఎక్కువ వికేంద్రతను చెందియున్నవి. బహిరుపగ్రహములలో 6, 7, 10 ఉపగ్రహములు పడమరనుండి తూర్పుదెసగాను, 8, 9, 11 ఉపగ్రహములు తూర్పునుండి పడమరగాను గురుగ్రహముచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవి.

శ ని

ప్రాచీనులు గుర్తించిన గ్రహములలో సూర్యునకు మిక్కిలి దూరముగానున్నది శని. కాని శనిగ్రహమునకు వెలుపల నింకను మూడుగ్రహము లున్నవని నేడు మనకు తెలియును.

గురుగ్రహకక్ష్యకు వెలుపలనున్న తనకక్ష్యయందు సూర్యునిచుట్టు శనిగ్రహము పరిభ్రమించుచున్నది. గ్రహసంతతియందెల్ల నది కమరమ్యమైన దనుటలో నతిశయోక్తి లేదు. దూరదర్శినితో శనిగ్రహము నవేక్షించి పారవశ్యము నొందని రసజ్ఞులండునా యని సందేహము ! ప్రకృతిసౌందర్యమును గాంచి యానందింపగలిగిన ప్రతిన్యక్తియును శనిగ్రహమును తిలకించి ముగ్ధుడుకావలసినదే!! కాని దూరదర్శినితో శనిగ్రహమును చూచునట్టిభాగ్యము మనలో పెక్కురకుండదు. అందుచే పటములలో శనిగ్రహమునుచూచి మనము తృప్తి చెందవలసినదే.

శనిగ్రహ మంతమనోహరముగానుండుటకు కారణము దానిని పరివేష్టించియున్న కుండలి. గ్రహములలో పెక్కింటి

కున్నట్లుగనే శనిగ్రహముచుట్టును తిరుగుచు ఉపగ్రహములున్నవి. ఇంతవరకు నన్వేషింపబడిన యాఉపగ్రహములసంఖ్య తొమ్మిది. కాని శనిగ్రహమునకున్న కుండలివంశిది మరియే గ్రహమునకును లేదు.

శనిగ్రహకుండలిని మొట్టమొదట గెలీలియోవిజ్ఞాని కనుగొనెను. కాని కుండలిగా దాని నానాడాయన భావింపలేదు. శనిగ్రహమున కిరుప్రక్కలను ఒక్కొక్కప్రక్క నొక్కొక్కటివంటివనున్న రెండు చిన్నగోళములుగనే యానాడా విజ్ఞానవిశారదున కది దూరదర్శినితో చూచినపుడు ప్రత్యక్షమైనది. ఆతరువాత క్రమముగా హైజెన్సు, బాండ్ ప్రభృతి విజ్ఞానవరేఖ్యుల కృషిఫలితముగా దానితత్వము వెల్లడియైనది.

శనిగ్రహచ్ఛాయాచిత్రమును పరీక్షించినట్లయిన శనిగ్రహమును పరివేష్టించియున్న కుండలిలో నడుమనొక నల్లని గీతకనపడును. ఆగీతదగ్గర సూర్యకాంతిని పరావర్తించుటకు ద్రవ్యమేమియు లేకపోవుటచే నల్లగ గోచరమగుచున్నది. దీనిని బట్టి శనిగ్రహకుండలి యేకకుండలికాదనియును, కొన్నికుండలుల కూటమియనియును మనకు వ్యక్తమగును. వాస్తవముగా శనిగ్రహకుండలి మూడుకుండలుల కూటమి. వానిలో శనిగ్రహమునకు మిక్కిలిచేరువగానున్నదానికి 'క్రేపేకుండలి' అనిపేరు. అది మిక్కిలి తక్కువదీప్తికలది. ఆ తరువాతిది మధ్యకుండలి. శనిగ్రహకుండలులు మూడింటిలోను ఇవియే అధికదీప్తికలది. దానియందలి ద్రవ్యము సాపేక్షముగా నెక్కువసాంద్రమై యుండుటవలన అది తనపై పతనమైన సూర్యకాంతిని బాగుగా

పరావర్తన మొనర్చి యెక్కువదీప్తిమంతముగా గోచరమగు చున్నది. దీని వెడల్పుకూడ హెచ్చు. ఇక మూడవది బహుష్కంఠి. బహుష్కంఠికిని మధ్యకంఠికిని గల సరిహద్దు చాల స్పష్టముగనుండును. దానికి 'కాసిని సరిహద్దు' అనిపేరు.

శనిగ్రహకుండలాల వెడల్పు చాలహెచ్చు. లోపలి యంచునుండి వెలుపలియంచునకవి 41,500 మైళ్లుండును. కాని వానిమందము మిక్కిలి తక్కువ. 10 మైళ్ళకంటె అని యెక్కువ యుండదు.

శనిగ్రహకుండలుల ముఖ్యమైనలక్షణము వానిసాంద్రత అత్యల్పముగా నుండుట. శనిగ్రహముచుట్టును వర్తులాకారముగా నేర్పడిన వాయుద్రవ్యమే యీకుండలులని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులును, ద్రవపదార్థమే యీకుండలులని మరికొందరు శాస్త్రజ్ఞులును చాలకాలమునరకు నభిప్రాయపడుచుండెడివారు. కాని ఘనస్థితియందున్న చిన్నచిన్నద్రవ్యకణములచే నీకుండలు లేర్పడినవని ఆధునిక శాస్త్రజ్ఞులు నిశ్చయించినారు. శనిగ్రహము చుట్టు పరిభ్రమించుచుండిన ఉపగ్రహ మొకటి శనిగ్రహమునకు మిక్కిలిచేరువగా వచ్చుటచేత బ్రద్దలై ఈరీతిగా కుండలియాకారమును పొందినదని వారిసిద్ధాంతము.

శనిగ్రహకుండలులు శనిగ్రహకక్ష్యాతలమునకు రమారమి 27° వంగియున్నవి. ఈకుండలులు శనిగ్రహముచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవనియును, వాని లోపలిభాగములకంటె వెలుపలిభాగములు తక్కువవేగమును కలిగియున్నవనియును నన్యమాలామాపక పరిశోధనములవలన తెలియవచ్చినది.

ఈకుండలులేగాని అనేకద్రవ్యభండముల సమూహముగాగాక అవిచ్ఛిన్నముగా నుండియున్నచో ఆకుండలుల వేగములు లోపలిభాగమున తక్కువగను, వెలుపలిభాగమున ఎక్కువగను ఉండియుండును. కాని సూర్యకటుంబములలోని గ్రహముల పరిభ్రమణవేగములు సూర్యునికేరువగానున్న గ్రహములవి యెక్కువగను, దూరముగానున్నవానివి తక్కువగను ఎక్కువ న్నచో అట్లే యీకుండలుల వేగములకూడ నుండుటవలన నవి విచ్ఛిన్నముయైయున్నవని మనము భావింపవచ్చును.

భూమినుండిచూచినపుడు శనిగ్రహకుండలుల ఆకారము ఒక్కొక్కప్పుడు ఒక్కొక్కవిధముగా కనిపించుచుండును. ఈ వ్యత్యాసమునకు కారణము భూమినిబట్టి శనిగ్రహస్థానములో నచ్చుమాడే. శనిగ్రహము సూర్యునిచుట్టును తిరుగుటలో శనిగ్రహమునుబట్టి యీకుండలులనిశయమందు ఎత్తిమాపును రాదు. కాని శనిగ్రహము సూర్యునిచుట్టును తిరుగునపుడు భూ శనిగ్రహముల సాపేక్షస్థానమునుబట్టి ప్రక్కనుండియో, దిగువ నుండియో లేదా అంచునిశగానో ఆకుండలులను మనము చూడవలసినచున్నను. తన్మూలముగా వాని యాకారము భిన్నముగా మనకు గోచరమగుచుండును. ఈకుండలులు అంచునిశగా ప్రదర్శితమైయున్నప్పటికంటె ఎక్కువవెడల్పుగానున్న నిశగా మనకు ప్రదర్శితమైనప్పటి శనిగ్రహదీప్తి మూకుర్రెట్లెనికముగా నుండునుకాబట్టి యీకుండలులలోని ద్రవ్యము హెచ్చుపరా వర్తనసామర్థ్యమును కలిగియున్నదని చెప్పవచ్చును. శనిగ్రహ కుండలులు అంచునిశగా మనకు ప్రదర్శితమైయున్నపుడు పెద్దపెద్ద

దూరదిక్కునులతో చూచిననుకూడ హాసరాప్త. 15 సంవత్సరముల కొకనాఁడె యీదృష్టి మగిన్వృత్తమగును. 15 ఏ పటములో శనిగ్రహపండులు ప్రవర్శించు భిన్నదృశ్యములను నిల్పకొంపవచ్చును.

శనిగ్రహమునుచుట్టి పండులులేగాక తొమ్మిది ఉపగ్రహములకూడ నున్నవి. గురుగ్రహము తరువాత ఎక్కువ ఉపగ్రహములను కలిగియున్నది శనియే. 1665 వ సంవత్సరము మార్చి 25 వ తేదీన శనిగ్రహముయొక్క మొట్టమొదటి ఉపగ్రహమును హైజెన్సుశాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొనెను. ఆతరువాత క్రమముగా మిగిలిన ఉపగ్రహము లన్నేసింపబడినవి. వీనిలో టైటాన్ ఉపగ్రహ మెక్కువ దీప్తిమంతమైనది. సుహారు 8 వ పరిమాణతారగా దూరదర్శినియంచని గోచరమగును. ఈఉపగ్రహము బుధునికంటె పెద్దది ; ఇండుమించు కుజగ్రహమంతయుండును. ఈఉపగ్రహమునుగూర్చిన మరియొక విశేషవిషయము దానిచుట్టును వాతావరణముండుట. సూర్యకుటుంబములోని మరియొకరి ఉపగ్రహమునకును వాతావరణములేదు. ఈఉపగ్రహవాతావరణములో నెక్కువగా మీథేన్ వాయువున్నది.

శనిగ్రహముయొక్క ఉపగ్రహములన్నియును తమపై పడిన సూర్యకాంతిని పరావర్తనమొనర్చుటయం దెక్కువసమర్థములై యున్నవి. అందుచేత వానితలములందు మంచుదట్టముగా నేర్పడియుండునని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు.

కుండలులును, ఉపగ్రహములును తప్ప శనిగ్రహమునకు ప్రత్యేకత యేమియును లేదు. గ్రహములన్నిటివలెనే

యిదికూడ సూర్యనిచుట్టు దీర్ఘస్పృశ్ణాకారకక్ష్యలో పరిభ్రమించుచున్నది. దాని సరాసరి పరిభ్రమణవేగము సెకనునకు 5.96 మైళ్ళు. గురుగ్రహముకంటె భూమికిదూరముగా నుండుటవలనను, దానికంటె తక్కువ పరిమాణముగలదియగుట చేతను గురుగ్రహమంత యెక్కువదీప్తితో శనిగ్రహము గోచరముకాదు. అందుచేత యధాలాభముగా ఆకాశమును తిలకించువారికి ప్రాముఖ్యమైన సభోమూర్తిగా నది స్ఫురింపదు. కాని వట్టికంటికిది ప్రథమపరిమాణతారవలె గోచరించును కాబట్టి జాగ్రత్తగా అవేక్షించినయెడల నులుపుగా దానిని కనుగొనవచ్చును.

గురుగ్రహమువలెనే శనిగ్రహముకుండ ద్రువములదిశగా కొంచెమనుమబడియున్నది. ఈగ్రహతలమునందుకూడ, అంత స్పష్టముగా గాకపోయినను, గురుగ్రహతలమునందువలెనే గ్రహమధ్యరేఖను సమాంతరముగ మండలములు, అక్కడక్కడ కొన్ని కాంతిహీనమైనలక్ష్మములును గోచరించును. ఈగ్రహము చుట్టునుకూడ దట్టమైన వాతావరణమున్నది. దానిలోని ముఖ్యమైన రచకములు మీథేన్, అమోనియా వాయువులు. కాని గురుగ్రహవాతావరణములో అమోనియావాయు వెక్కువగా నుండగా శనిగ్రహవాతావరణములో మీథేన్ వాయు వధికముగా నున్నది.

యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటో

ఆధునికవిజ్ఞానులు దూరదర్శిని సాహాయ్యమున నన్నే పించిన గ్రహములలో మొట్టమొదటిది యురేనస్. 1781 వ

సంవత్సరము మూర్ఛి నెలలో విలియమ్ హెర్షెల్ అను ఆంగ్ల విజ్ఞాని దాని నాకస్మికముగా కనుగొనెను.

విలియమ్ హెర్షెల్ గొప్పసంగీతవిద్వాంసుడు. సంగీత విద్యాభోధకుడుగా జీవితప్రారంభమునం దాయన మంచిపేరును బడసెను. ఇట్లుండగా శాస్త్రమునందు గభీరపరిష్కాసము నార్జింప వలయునను తమకముఖో తీరకసమయములందు ఖగోళశాస్త్ర గ్రంథములను చదువుట ప్రారంభించెను. క్రమముగా నా శాస్త్రమందు విశేషపండిత్యమును బడసి, పిమ్మట సొంత ముగా నిర్మించుకొనిన దూరదర్శిగో గగనావేక్షణమునకు కూడ పూనుకొనెను.

తాను నిర్మించుకొనిన దూరదర్శిగో గగనతలమును క్రమబద్ధముగను, సమగ్రముగను అవేక్షింపనలయునని హెర్షెల్ సంకల్పించెను; విన్వీధియందు సంచరించుచు తనదూరదర్శిగో కనపడిన ప్రతిమూర్తి చరిత్రను తెలిసికొనకృతసిద్ధియు డయ్యెను. ఆసంకల్పముతో, నానిశ్చయముతో జెన్నినై రాశి లోనినభోమూర్తుల నవేక్షించుచుండగా 1781 వ సంవత్సరము మార్చి 13 వ తేదీ రాత్రికాలమున నూతనఖగోళమొకటి యాయనకు ప్రత్యక్షమైనది. దూరదర్శితో చూచినపుడా నూతనఖగోళము దీప్తిమంతమైన చుక్కగాగాక చిన్నబింబముగా గోచరమగుటచే నది నక్షత్రముకాదని యాయన నిశ్చయించు కొనెను. నక్షత్రముకాదయెడల ఆఖగోళస్వభావ మెట్టిది ? ఈ ప్రశ్నకు సమాధానమునకై హెర్షెల్ పండితు డాఖగోళమును రెండుమూడురాత్రులు వరుసగా నవేక్షించి, గగనతలమున

నది స్థిరముగా లేదనియు, సప్తత్రములనుబట్టి క్రమముగా ముందుకు జరిగిననున్నదనియు తెలిసికొనెను. ఈరీతిగా స్వల్ప కాలవ్యవధిలోనే దానిసంఘాతము దృగ్గోచరమగుటచే అది సూర్యపుబంబమునకు చెందినమూర్తియే యని భావించి, సూర్యపుబంబములో నూతన గ్రహములుండట కవకాశమున్నదను విషయమప్పుడు స్ఫురింపకపోవుటచే అది ఖోక లేని ఖోక చుక్కయై యుండనగునని ఆయన తలంచెను. కాని ఆతడు వాతి యవేక్షణలనలన దాని కక్ష్య తక్కువ వికేంద్రతను చెంది యున్న దీర్ఘవృత్తాకారమున నున్నదని యాయనకు వ్యక్తమైనది. ఖోకచుక్కల కక్ష్యలు ఎక్కువ వికేంద్రతను చెందిన దీర్ఘవృత్తమువైయుండును గాని తక్కువ వికేంద్రమైయున్న దీర్ఘవృత్తములై యెన్నడును నుండవు. అందుచేత నానూతన ఖగోళము సూర్యపుబంబమునకు చెందిన నూతనగ్రహమని యాయననిర్ధారించి, యావిషయమును వెల్లడించెను. ఆనూతన గ్రహమే యురేనస్.

హెన్రీ ల్ విజ్ఞాని యురేనస్ గ్రహస్వేషణవిషయమును వెల్లడించినంతనే దేశదేశముల శాస్త్రజ్ఞులును గగనవేధ సమయములో తాము మున్నెన్నడైన నా గ్రహము సనుశీలించుట తటస్థపడిన దేమో పరిశీలింపప్రారంభించిరి. గ్రహకక్ష్య, గ్రహ పరిభ్రమణవేగము నిర్దేశమైనచో, చిన్న లెక్కచేసి ఆ గ్రహ మాకాశములో నేనమయమం దేస్థానముననుండెనో సులువుగా చెప్పవచ్చును. ఒకస్థితి సమయములో యురేనస్ గ్రహ మాకాశములో నాక్రమించినస్థానము నాధారముగాజేసికొని లెక్కలను

వెనుకకు పొడిగించినచో భూతకాలము దేయోనమయములలో నేయోగ్ధానములం దాగ్రహముండియుండెనో మనము గ్రహంప గలము.

హెర్షల్ శాస్త్రజ్ఞునకు పూర్వము ఖగోళవైజ్ఞానికు లెందరో గగనావేక్షణ గావించినారు. గ్రహసంచలనముల నరయుటకేగాక నక్షత్రపట్టికలను తయారుచేయుటకూడ అందు పెక్కురు ప్రయత్నించిరి. నక్షత్రపట్టికలను తయారు చేయునపుడు దూరదర్శినిని ఆకాశముపైపు త్రిప్పి, ఆపరికర మునం దగపడు నక్షత్రములను ఒక్కొక్కదానినే జాగ్రత్తగా ననుశీలించి, దానిదీర్ఘి, గగనతలమున దానిస్థానమును నిర్ణయించి యాశుభితముల నన్నిటిని 'రికార్డు' చేయుదురు. దూర దర్శిని పరికరము నిర్మింపబడుటకు పూర్వమును, అది నిర్మింప బడిన తరువాతనుకూడ నక్షత్రపట్టికలను తయారుచేయుటకై యనేకపర్యాయములు పలువురు శాస్త్రజ్ఞులు ప్రయత్నించిరి.

దీప్తిక్రమమున ఆరసపరిమాణనక్షత్రమువలె యురేనస్ గ్రహము గోచరించును. అందుచే దూరదర్శినితోచూచినపు డది తప్పక కనబడియుండును. కాని నక్షత్రపట్టికలను తయారు చేసిన యాశాస్త్రజ్ఞులు దాని కనుగొనియునుకూడ నక్షత్ర మని భ్రమపడి, దాని నట్లే తమపట్టికలలో రికార్డుచేసి యుండురు. వాస్తవముగా జరిగినదే. ఆశతాబ్దమందు తయారు చేయబడిన నక్షత్రపట్టికల ననుశీలించగా హెర్షల్ శాస్త్రజ్ఞుడు యురేనస్ గ్రహమును కనుగొనుటకుపూర్వము అథమము 19 సార్లును ఆ గ్రహము గుర్తింపబడినదనియును, కాని ప్రతి

పర్యాయమునుకూడ నక్షత్రముగనే యిది పరిగణింపబడినదని యును తెల్లమైనది.

హెన్రీ శాస్త్రజ్ఞుడు యురేనస్ గ్రహమును కనుగొనుటకు పూర్వమే యానభోమ్ముక్తి ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞుల నిశితావేక్షణకు గురియైనదికాబట్టి వేర్వేరుసమయములలో దానిస్థానమును తెలియజేయుకొలతకు, కొంతద్విష్టవ్యవధిలోకూడ, సిద్ధముగ నున్నది. ఆకొలతల సాహాయ్యమున యురేనస్ గ్రహకక్ష్యను సులువుగను, నిర్దిష్టముగను నిర్ణయింపవచ్చును. అట్లుగావించుటవలన యురేనస్ గ్రహకక్ష్యకూడ మిగిలిన గ్రహకక్ష్యలవలెనే తక్కువవికేంద్రతను గలిగిన ద్వీపవృత్తమై యున్నదని వ్యక్తమైనది. కాని అంతటితో నాసమస్య పరిష్కారము కాలేదు. వెంటనే మరియొక సమస్య తలయెత్తినది. 1781 వ సంవత్సరమునుండియు యురేనస్ గ్రహవిషయమున గావింపబడిన అవేక్షణఫలితములు పైరీసిని గణించిన కక్ష్యలో సరిగ నప్పలేదు. అందుచేత యురేనస్ గ్రహమును మరికొంత కాలము జాగ్రత్తగా నవేక్షించి, ఆ అవేక్షణఫలితముల సాహాయ్యముతో దాని కక్ష్యను 1821 వ సంవత్సరమున శాస్త్రజ్ఞులు మరలనిర్ణయించినారు. కాని 1844 వ సంవత్సరము నాటికి కక్ష్యకును ప్రత్యక్షావేక్షణఫలితములకును తిరిగి సమన్వయము కుదురలేదు. ఆసమయమున నాకక్ష్యయందు సిద్ధాంతరీత్యా యేతావున నుండవలెనో సరిగా అక్కడగాక 2' ఎడములో యురేనస్ గ్రహమున్నది. యురేనస్ గ్రహస్థానములో నిల్లు సిద్ధాంతఫలితమునకును ప్రత్యక్షావేక్షణ ఫలితమునకును

వ్యత్యాసముండుటకు హేతువేమిటి ? ఈకారణము సరయుటకై చెంటునే శాస్త్రజ్ఞులు పూనుకొనిరి.

సూర్యకుటుంబములో వేదైన నొకగ్రహకక్ష్యయొక్క ఆకారపరిమాణములు ఆ గ్రహముపై సూర్యుడు నెరపునట్టి యాకర్షణబలమునుబట్టి నిర్ణీతములగును. సూర్యకుటుంబము లోని యితర నభోమూర్తుల ఆకర్షణబలప్రభావముకూడ ఆగ్రహ కక్ష్య ఆకారపరిమాణములపై కొద్దిగా నుండును; కాని అది అత్యల్పము. అందుచే గ్రహకక్ష్యను ఈషణ్ణాత్రమైన వ్యత్యాసము లేకుండ సరిగా నిర్ణయింపవలెనన్నచో, ఆ గ్రహముపై సూర్యకుటుంబములోని యితరనభోమూర్తుల ఆకర్షణబలమును కూడ లెక్కలోనికి తీసికొనవలెను. సూర్యకుటుంబమందలి మూర్తులలో సూర్యుని తరువాత ఎక్కువ ద్రవ్యమును కలిగి యున్నవి గ్రహములే. ఏదైన నొక గ్రహకక్ష్యలో వైకల్యమును కలుగజేయుగల సామర్థ్యముకూడ వానికున్నది. ఇక గ్రహము లలో బుధ, శుక్ర, బా, కుజ, గురు, శనియుమాత్రమే యురేనస్ గ్రహస్వేషణమునాటికి తెలిసినవి. వీనిలో యురేనస్కు దగ్గరగా నున్నది శని. పరిమాణమునందుకూడ అది పెద్దది. అందువలన యురేనస్ గ్రహముపై శనిగ్రహకర్షణబలము కొంచెమెక్కువగా నుండుననుటకు సందేహములేదు. శనిగ్రహము తరువాత యురేనస్ గ్రహముపై నెక్కువగ నాకర్షణబలమును కలిగియున్నది గురుడు. ఆపైని మిగిలినగ్రహముల యాకర్షణబలములు గణన లోనికివచ్చును. బ్రహ్మాండములో రెండుమూర్తులు ఒకదానిపై నొకటి నెరపు ఆకర్షణబలపరిమాణము వాని నడిమిదూరమును

బట్టియును, వానిద్రవ్యరాసులనుబట్టియును ఉండునని లోగడ పేర్కొని నుండుమి. అందుచేత యురేనస్ గ్రహముపై యేగ్రహ మెంతెంత ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింపజేయుచున్నదో, తత్ఫలి తముగా యురేనస్ గ్రహకక్ష్య యెంతవైకల్యమును పొందునో లెక్కగట్టి నిర్ణయించుట గణితశాస్త్రకొదువిల కసాధ్యము కాదు. ఈవిధముగా చేసినను గణన ఫలితమునకును యురేనస్ గ్రహస్థానములో నేర్పడిన వైకల్యమునకును ఇంకను కొంతభేద ముండెను. దీనికికారణ మేమైయుండునని శాస్త్రజ్ఞులు మరల చర్చించి, తమ లెక్కలో నెట్టి దోషమును లేదాకాబట్టి యురే నస్ గ్రహస్థానమందా వైకల్యము అంతవరకును అన్వేషితము గాని మరియొకగ్రహకర్షణబలఫలితమై యుండునని నిర్ధరించిరి.

యురేనస్ గ్రహముపై ఆకర్షణబలమును ప్రవర్తింప జేయుచు అంతవరకు ససన్వేషితమైయున్న ఆ గ్రహము యురే నస్ న కెంతదూరముననున్నది? అని యురేనస్ గ్రహమున కీవల శనిగ్రహమువైపున నున్నదా? లేదా ఆదివైపున నున్నదా? దానిద్రవ్యసంచయ మెంత? దానికక్ష్య ఆకారపరిమాణాదు లెట్టివి? ఈప్రశ్నల కుత్తరములను బడయుటకై ఫ్రాన్సుదేశ విజ్ఞాని లీవెగ్రియర్, ఆంగ్ల దేశవిజ్ఞాని ఏడమ్మకూడ వేర్వేరుగా పరిశోధనలుగానించి 1845 వ సంవత్సరాంతమునకు తమ లెక్కలను పూర్తిచేసిరి. వారి లెక్కలవలన ఆనూతనగ్రహము యురేనస్ గ్రహమునకు శనియున్నవైపునగాక రెండవవైపున నుండుననియును, దానిపరిమాణ మించుమించు యురేనస్ గ్రహపరిమాణమంత యుండుననియును తేలినది. అంతేగాక

ఆ గ్రహకక్ష్యయొక్క ఆకారపరిమాణములు కూడ సగ్నితములైనవి. లీవెరియర్ శాస్త్రజ్ఞుని సిద్ధాంతఫలితముల నాధారముచేసికొని 1846 వ సంవత్సరము సెప్టెంబరు 23 వ తేదీన డాక్టరు గెలి అను జర్మనీదేశఖగోళవిజ్ఞాని ఆ గ్రహమును ప్రత్యక్షముగా సవేక్షించెను. అదియే నెప్ట్యూన్.

నెప్ట్యూన్ గ్రహస్వేషణ శాస్త్రసిద్ధాంతభాగమునకు ఘనమైన విజయము.

యురేనస్ గ్రహ సంచలనమందు ద్యోతకమైన వ్యత్యాసములు చాలవరకు నెప్ట్యూన్ గ్రహకర్షణబలమువలన కలిగినవే. అందుకు సందేహమేమియును లేదు. కాని నెప్ట్యూన్ గ్రహము కలుగజేయజాలని వ్యత్యాసములు కొన్నియింకను యురేనస్ గ్రహసంచలనమందున్నట్లు 20వ శతాబ్దప్రారంభములో శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. ఈవ్యత్యాసములు నెప్ట్యూన్ గ్రహమున కావలనున్న మరియొక గ్రహమువలన నేర్పడుచున్నవనకూడ వారు నిర్ణయించి, ఆ గ్రహస్వేషణకై పూనుకొనిరి. వీరిలో పెర్సివల్ లోవల్ ముఖ్యుడు. ఆస్టెరాాయిడులను కనుగొనుటకై ఛాయాచిత్రగ్రహణపద్ధతిని ప్రస్తుత మనుసరించుచున్నారని లోగడ గ్రహించియుంటిమి. సరిగా సదేపద్ధతిని నెప్ట్యూన్ కావల నున్న గ్రహము సర్వేషించుటకూడ నాయన యవలంబించెను. 1906 నుండి 1929 వ సంవత్సరమువరకు, సడుమసడుమ కొంతకాల మాపివేసినను, ఆ గ్రహమును కనుగొనుట కాయన ప్రయత్నించెనుగాని తన్నిమిత్తమై యాయన యుపయోగించిన

పరికరము లంతగా అధికీకరణసామర్థ్యముగలవి కాకపోవుటవలన నవి ఫలింపలేదు. ఆతరువాత మిక్కిలి సామర్థ్యముగల పరికరముతో నా గ్రహస్వేషణకు టోమ్బాన్ అనునొక యువక విజ్ఞాని పూనుకొని, 1930 వ సంవత్సరము జనవరి నెలలో దాని జెమినైరాలో కనుగొనెను. ఈనూతనగ్రహమే ప్లూటో. ఇంతవరకు మానవునకు తెలిసినగ్రహములలో సూర్యకుటుంబమున కిదియే చిట్టచివరనున్నది.

యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటోగ్రహములు మూడును శనిగ్రహమున కావలవలసినగానున్న కక్ష్యలలో సూర్యునిచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవి. వీరిపరిభ్రమణకాలములు వరుసగా 84.015, 164.788, 247.697 సంవత్సరములు. యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహములకంటె ప్లూటోగ్రహము పరిమాణము నందు చిన్నది. భూమికి చాలదూరమున నుండుటచేతను, పరిమాణమందు చిన్నదియగుటచేతను, ఇటీవలే కనుగొనబడిన దగుటవలనను ప్లూటోగ్రహమునుగూర్చి శాస్త్రజ్ఞుల కంతగా నేమియు తెలియదు. ప్లూటోగ్రహము 15 వ పరిమాణతారవలె దూరదర్శినితో చూచినపుడు గోచరమగును. సూర్యకుటుంబములోని గ్రహము లన్నిటికంటెనుకూడ దానికక్ష్య యొక్క-వవికేంద్రతను చెందియున్నది ; దాని కక్ష్యాతలము క్రాంతివృత్తతలమున కెక్కువ యేటవాలుగకూడ నున్నది. సూర్యునినుండి ప్లూటోగ్రహముయొక్క సరాసరిదూరము నెప్ట్యూన్ గ్రహముయొక్క సరాసరిదూరముకంటె ఎక్కువే

మైనను, ప్లాటోగ్రహకక్ష్య యొక్కవికేంద్రమై యుండుట చేత, సీచప్లినిలో నున్నప్పుడు నెప్ట్యూన్ గ్రహముకంటె ప్లాటో గ్రహము భూమికిచేరువగా వచ్చును. ప్లాటోగ్రహన్వేషణ సంతర మచి తొలిసారిగా 1989 వ సంవత్సరములో సంభవించినైయున్నది.

యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహముల భౌతికపరిస్థితులు ఇంచుమించు గురు, శనిగ్రహముల పరిస్థితులను పోలియున్నవి. గురుడు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహములను నాలుగింటిని చేర్చి 'బృహస్పతిగ్రహముల'నియును, శేషించినగ్రహములను 'భౌమ్యగ్రహముల'నియును తరచుగా వ్యవహరింతురు. భౌమ్యగ్రహములకంటె బృహస్పతిగ్రహము లధికద్రవ్య సంయుతములైనవి. బృహస్పతిగ్రహముల న్నింటిని పరివేష్టించి దట్టమైన వాతావరణమున్నది. ఈవాతావరణమందలి ముఖ్యమైన రచకములు అమోనియా, మీథేన్లు. గురుగ్రహవాతావరణముకంటె శనిగ్రహ వాతావరణములోను, దానికంటె యురేనస్గ్రహ వాతావరణములోను దానికంటె నెప్ట్యూన్ గ్రహవాతావరణములోను మీథేన్ వాయువులు క్రమముగా హెచ్చును. గురుగ్రహమునుండి నెప్ట్యూన్ గ్రహమునకు పోయినకొలదియు సీగ్రహముల యుపరితలతాపక్రమములు క్రమముగా తగ్గుటయే దీనికి కారణము. ఈవిధముగా తాపక్రమము క్షీణించుటవలన వాతావరణముయొక్క పైపొరలందున్న అమోనియావాయువు ద్రవీభవింప, అడుగుపొరలందున్న మీథేన్ వాయువు బాగుగా

కనపడును. మీఁదే వాయుభాగమున కనుగున క్రమముగా హైడ్రోజన్, మంచుపొరలున్నవి; వానియందును కర్కశము, అశీతలమునైన శిలామండలములు గలవు.

ఇంతవరకు యురేనస్ నకు అయిదు ఉపగ్రహములును, నెప్ట్యూన్ కు రెండు ఉపగ్రహములును ఆవిష్కృతములైనవి. యురేనస్ ఉపగ్రహములలో 5 వ దానిని, నెప్ట్యూన్ ఉపగ్రహములలో 2 వ దానిని ఇటీవలనే క్యూపర్ అను అమెరికా దేశవిజ్ఞాని కనుగొనెను. యురేనస్ గ్రహముయొక్క ఉపగ్రహముల కక్ష్యతలములు క్రాంతివృత్తతలమునకు ఇంచుమించు లంబశీయించున్నవి. యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహములు రెండునుకూడ పడమరనుండి తూర్పునకే పరిభ్రమించుచున్నవిగాని వానిఉపగ్రహములలో కొన్నిమాత్రము తూర్పునుండి పడమరగా ప్రదక్షిణమొనర్చుచున్నవి.

గ్రహములకును ఉపగ్రహములకును సంబంధించిన వివరములు రెండవఅనుబంధములోని పట్టికలవలన తెలియనగును.



తో క చు క్క లు

సభోమూర్తులలో శోకచుక్కలంతగ ఆకర్షణీయమైనవి మరీ లేవు. కాంతిమంతమైన తలతో, సుదీర్ఘమైన శోకతో నల్లని యాకాశమున ప్రత్యక్షమగు నామూర్తి యేమి మనోహర దృశ్యము ! భూలోకమున సన్నిహితభావికాలమందేదో గొప్ప యాపద సంభవింపనున్నపుడే శరసపక్షన్నలై ఆకాశమున శోక చుక్కలు ప్రత్యక్షమగుచుండునని ప్రాచీనులు విశ్వసించెడివారు. కాని వాచివిశ్వాసమున కాధారములేదు. శోకచుక్కలపు రూపములుకావు ; అతిదీర్ఘకాలవ్యవధిలోకనిపించునవికూడ కాదు. ఒకటో, రెండో శోకచుక్కలను ప్రతిసంవత్సరము దూరదర్శిని సాహాయ్యమున శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించుచునే యుండును. కాని శోకచుక్కలన్నిటికిని మనోహరమైన శోకభాగ మేర్పడకపోవుటవలన సామాన్యమానవుడు వాని యూకిని గమనింపలేడు.

గ్రహములవలెనే శోకచుక్కలుకూడ సూర్యాకర్షణ బలమునకులొనై ఆయనచుట్టును పరిభ్రమించుచుండును. కాని గ్రహకక్ష్యలకును, శోకచుక్కల కక్ష్యలకును ఆకారములో చాలవ్యత్యాసము గలదు. సామాన్యముగా గ్రహకక్ష్య లన్నియును తక్కువవికేంద్రతగల దీర్ఘవృత్తములై యున్నవి; క్రాంతి వృత్తతలమునగాని, దానికి కొద్దియేటవాలుగాగాని ఆకక్ష్యా తలములుండును. శోకచుక్కలకక్ష్యలు పరవలయములుగాని, హెచ్చువికేంద్రమైయున్న దీర్ఘవృత్తములుగాని అయియుం

డును ; కొన్ని శోకచుక్కల కక్ష్యలు అతిపరవలయాకారమున కూడ నున్నవి. ఈ కక్ష్యలలో నాభియొద్ద సూర్యుని చుండును.

శోకచుక్కలలో నెక్కువభాగము పరవలయాకారకక్ష్యయందు సంచరించుచున్నవే. పరవలయ, అతిపరవలయకక్ష్యలు సంవృతములు కాకపోవుటచే అట్టికక్ష్యలలో సంచరించుచున్న శోకచుక్కలు ఒక్కసారిమాత్రమే కనిపించును. సాధారణముగా నీకక్ష్యలతలములు క్రాంతివృత్తతలమునకు మిక్కిలి యేటవాలుగా నుండును. వీనియందు పరిభ్రమించుచున్న శోకచుక్కలలో సగముభాగము గ్రహములవలె పశ్చిమమునుండి తూర్పుదిశగాను మిగిలినవి తూర్పునుండి పశ్చిమదిశగాను సంచరించుచున్నవి.

పరవలయాకారకక్ష్యయందు సంచరించుచున్న శోకచుక్కలవలెగాక దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు పరిభ్రమించుచున్న శోకచుక్కలు మరల మరల గోచరమగును. దీర్ఘవృత్తమెంతగా సాగియున్నను సంవృతమైయుండుటయే అందుకు హేతువు. ఈవిధముగా నీకక్ష్యలందు తిరుగుచున్న శోకచుక్కలు నియతవ్యవధులలో తిరిగి, తిరిగి కనిపించుచుండుటచేత వీనిని 'ఆవర్తి ధూమకేతువులు' అని పేర్కొందురు. వీని యావర్తకాల పరిమాణములు ఇవి సంచరించుచున్న దీర్ఘవృత్తవికేంద్రతను బట్టి యుండును. వీరికక్ష్యలతలములు పర, అతిపరవలయాకారకక్ష్యలందు సంచరించుచున్న శోకచుక్కలకక్ష్యల తలములంత యెక్కువ యేటవాలుగా క్రాంతివృత్తతలమునకు లేవు. వీనిలో హెచ్చుభాగము పడమరనుండి తూర్పుగనే ప్రయాణముచేయుచున్నవి.

శోకచుక్కలు సూర్యకుటుంబమునకు చెందినవా, కావాయనునిషయము కను వివాదాస్పదమైయున్నది. శోకచుక్కలు పరవలయాకార కక్ష్యలను, అభిపరవలయాకార కక్ష్యలను కూడ సూర్యకుటుంబమునుదాటి అంతరాళములో నెక్కనమేర వ్యాపించియున్నవి. ఆకక్ష్యలలో కొద్దిభాగము మాత్రమే సూర్యకుటుంబావధులనడుమ నుండును. అందుచేత దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలందు సంచరించుచున్న శోకచుక్కలు సూర్యకుటుంబమునకు చెందినవేగాని, పర, అభిపరవలయాకార కక్ష్యలందు చరించుచున్న శోకచుక్కలు మాత్రము సూర్యకుటుంబమునకు చెందినవికావని శాస్త్రజ్ఞులభిప్రాయపడుచున్నారు.

శోకచుక్కలు సుదీర్ఘములైన తమకక్ష్యలలో సంచరించుచు సూర్యున కత్యంతసామీప్యముననున్న కొలదిదినములు మాత్రమే మనకు గోచరమగును. ఆవిధముగా నవి మనకు గోచరమగు కాలపరిమాణము అన్ని శోకచుక్కలందును సమానముగా నుండదు; అవి పరిభ్రమించు కక్ష్యలనుబట్టియును, వానివేగములనుబట్టియును నదియుండును.

సూర్యునకు బాగుగాచేరువకు వచ్చి, శోకనేర్పరచుకొనిన పిమ్మటగాని సామాన్యమానవులు నట్టికంటిలో చూచి శోకచుక్కను గుర్తుపట్టలేరు. సుదీర్ఘమైన తమ కక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచు సూర్యునకు కొంతచేరువకు వచ్చినపిమ్మటనేగాని దూరదర్శినుల సాహాయ్యముతోనైనను శాస్త్రజ్ఞులకూడ వాని నవేక్షింపలేరు. ఆదిలో శోకచుక్క మసకగానున్న బింబమువలె గోచరించును. ఇట్లు మసకగానున్న గుండ్రనిబింబమును

‘కోమా’ అని పేర్కొందు. సక్షత్రమును, గ్రహమును మనము చూచుచునే యుండుము. వాని దీప్తలలో న్యత్యాసమున్నను, అది తీర్చిదిద్దిన ఆకారముతో, స్ఫుటమైన దీప్తితో గోచరమగును. కాని కోమా దశలో బోకచుక్కలు మసకగానున్న బింబమువలె అస్పష్టమైన దీప్తితో సత్యక్షమగును. గ్రహసక్షత్రములకును బోకచుక్కలకును దీప్తిలోగల యీన్యత్యాసము నాధారముగా జేసికొనియే సక్షత్రమేవో, గ్రహమేవో, బోకచుక్కయేదో ప్రారంభదశలోనే నులుపుగా శాస్త్రజ్ఞులు గ్రహింపుదు. కోమాస్థితిలో బోకచుక్కకు బోక యుండదు. ఆతరువాతక్రమముగా బోకచుక్క సూర్యునివలె పించినకొలదియు ఇంచుమించుగా ఈ కోమా మన్యభాగమంగు ప్రకాశవంతమైన కేంద్రక మేర్పడును. పెద్దపెద్దబోకచుక్కలందైనచో క్రమమంగా నీకేంద్రక పరిమాణములోను, దీప్తిలోను మారుచున్నది. ఈమార్పు అంతకంటె చుఖ్యమైనది మరి కొన్ని మార్పులకు నాంగి. కొన్నిగంటలు, లేదా దినముల తరువాత పొగవంటి ద్రవ్య మాకేంద్రకముపై నేర్పడవచ్చును; అటుపిమ్మట కోమానుండి పొగవంటి పొరలు బయలుదేరి, బోకగా వ్యాపించును.

బోక యేర్పడినపిమ్మట బోకచుక్కను రెండుగా విభజింపవచ్చును. ఒకటి దీప్తిమంతమైన తలభాగము ; రెండవది బోకభాగము. కేంద్రకము తలభాగమందే యుండును. అది సాధారణముగా సక్షత్రమునుపోలి యుండునుగాని ఏదశలోను కూడ సక్షత్రమంత స్పష్టముగా నుండదు. బోకకు కారణ

భూతమైన ఎల్లునిద్రవ్యము కేంద్రకము నానవించియుండుట నిలననే కేంద్రకము మనకగా గోచరించునని శాస్త్రజ్ఞు లభి ప్రాయశఃపరచున్నాడు. శోకచుక్క తలభాగవ్యాసము 30,000 నుండి 10,00,000 మైళ్ళనిరచుకూడ నుండును.

కేంద్రకము సనుసరించి పోషణగా వ్యాపించినభాగము శోక. స్థూమూర్తులలో శోకచుక్కలకు ప్రత్యేకతను కలిగించిన దీ శోకభాగమే. శోకచుక్క సూర్యునకు రిమారిమి 25,00,00,000 మైళ్ళ దూరదూరమునకు వచ్చినవిమ్మట సామాన్యముగా శోకయేర్పడును. కేంద్రకముయొక్క దీప్తికంటె శోకయొక్కదీప్తి మిక్కిలి తక్కువ. శోకచుక్క ద్రవ్యమంతయు కేంద్రకములో కేంద్రీకృతమై, శోకలో పలుచనైయుండుటయే అందుకు హేతువు. కేంద్రకమునుండి దూరముగా పోయిన కొలదియు శోకలోని ద్రవ్యసాంద్రత తగ్గును కాబట్టి తదనుగుణముగా దానిదీప్తికూడ క్రమముగా క్షీణించి చివరకు శోక ప్రదేశములో లీనమైపోవును.

శోకచుక్కలన్నిటికిని శోకలుండవు ; శోకచుక్కలలో నట్టివాని సంఖ్యయే యెక్కువ. కేంద్రకము, దానినిచుట్టి మనకగానున్న కొన్ని పొరలు ఆసమయములో దానిభాగములు. ఇక శోకలున్న శోకచుక్కల శోకలపరిమాణములలోకూడ చాల వ్యత్యాసము లుండును.

శోకచుక్కకేంద్రకమందలి ద్రవ్యమంతయు అఖండితముగా నుండదు; ఒకదాని కొకటి కొంతయెడమగానున్న ఘన ద్రవ్యఖండములు తమ పరస్పరాకర్షణబలముచే కూడుకొని

కేంద్రకమండును. తోకచుక్క సూర్యుని సమీపించినకొలదియును ఈఘనద్రవ్యఖండములనుండి కొన్ని వాయువులును, సన్నని రజమును అమితవేగముతో పైకివచ్చి కోమాగా నేర్పడును. ఈవాయువులు కొంతవరకు సూర్యకాంతిని పరావర్తన మొనర్చుటవలనను, తమపై పడిన సూర్యకాంతిని శోషించి తిరిగి తమకు స్వాభావికమైన కాంతులను హెచ్చుగా ప్రసరించుటవలనను ప్రకాశించుచున్నవి.

సాధారణముగా కేంద్రకభాగమునుండి వాయువులు బయల్పడలినంతనే సూర్యకాంతి ప్రేషముచే నవి సూర్యునకు విముఖదిశగా నెగురగొట్టబడి తోకగా నేర్పడును. కేంద్రకభాగమం దేర్పడు వాయువుల పరిమాణము తోకచుక్క సూర్యుని



34 వ చిత్రము

తోకచుక్క సూర్యుని సమీపించినకొలదియు దానితోకనిడివి క్రమముగా వృద్ధిచెందును; అదిసూర్యునినుండి దూరముగా పోయిన కొలదియు దానితోక పొడుపు క్రవముగా క్షీణించును.

సమీపించినకొలదియు సధికమగునుగాన తదనుగుణముగా శోక నిడివికూడ స్పృహచెంది శోకచుక్క నీచస్థిభియందున్నచు ఉచిత గరిష్ఠపరిమాణమునుపొందును. శోకచుక్క సూక్ష్మనినుండి దూరముగా పోగునకొలదియు శోక నిడివికూడ క్షీణించును. శోకచుక్కల శోకలు తమపైపడిన సూర్యకాంతిని శోషించి, తిరిగి తమకు స్వాభావికమైన కాంతిలను ప్రసరించుటవలననే ప్రకాశించుచున్నవి.

శోకచుక్కలను వర్ణమాలాదర్శనలలో ననుశీలించి, వానిలోని వాయువులందు కర్బనము, వైట్రోజని హైడ్రైడ్, వైట్రోజన్, మీథేన్, హైడ్రాక్సెల్ అను పరమాణుసముదాయములున్నవని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు.

శోకచుక్క లబ్ధద్రవ్యమూర్తులు. గ్రహముల ద్రవ్యరాసులకంటె వానిద్రవ్యరాసులు మిక్కిలి తక్కువ. అందుచేత బృహస్పతిగ్రహముల సమీపమునకు వచ్చుట తటస్థపడినపుడు ఆ గ్రహములు నెరపు నాకర్షణబలప్రభావమున కవి శోనగును; తత్ఫలితముగా వానికక్ష్యలు వైకల్యమును పొందును. ఈరీతిగా గ్రహములు శోకచుక్కలపై ప్రభావమును కలిగియున్నను, అన్ని గ్రహముల ప్రభావము ధూమకేతువు లన్నింటిపైనను సమానముగా నుండదు. ఆయా ధూమకేతు కక్ష్యలనుబట్టి, అవి యేగ్రహమున కెక్కువచేరువగా వచ్చుట తటస్థపడునో ఆ గ్రహము దానిపై యెక్కువ ప్రాభవమును కలిగియుండును. ఈప్రభావము ననుసరించి 80 సంవత్సరములకంటె తక్కువ ఆవర్తనకాలముగల ధూమకేతువులను నాలుగుతరగతులుగా

శాస్త్రజ్ఞులు విభజించిరి. గ్రహములలో బుధ, శుక్ర, భూ, కుజ గ్రహముల ద్రవ్యరాసు లంతయెక్కువగావు. అందుచేత తోక చుక్కలపై నవియెక్కువ ప్రభావమును కలిగియుండలేవు. ఇక గురువు, శని, యురేనస్, నెప్ట్యూన్ల మాత్రమే యెక్కువ ద్రవ్యమును కలిగియున్న గ్రహములు. కాబట్టి అవి మాత్రమే తోక చుక్కలపై నెక్కువ ప్రభావమును కలిగియుండును. అందుచే నీ నాలుగు తరగతులకు నీ నాలుగు గ్రహముల పేర్లను పెట్టిరి.

గురుగ్రహకుటుంబమునకు చెందిన తోక చుక్కల సంఖ్య చాల హెచ్చు. 80 సంవత్సరములకు తక్కువ ఆవర్తన కాలము గల 60 ధూమకేతువులలో 50 ఈ కుటుంబమునకు చెందినవే. ఈ కుటుంబమునకు చెందిన ధూమకేతువుల ఆవర్తన కాలములు 3.3 మొదలు 8.9 సంవత్సరముల వరకును నుండును. ఇక శని గ్రహకుటుంబములో నాలుగు, యురేనస్ కుటుంబములో రెండు, నెప్ట్యూన్ కుటుంబములో తొమ్మిదియును తోక చుక్కలున్నవి. నెప్ట్యూన్ కుటుంబమునకు చెందిన తోక చుక్కల ఆవర్తన కాలములు చాల హెచ్చు. 70.09 సంవత్సరముల వరకును ఆ యావర్తన కాలములుండును. హేలీ ధూమకేతు వీతరగతికి చెందినదే.

తోక చుక్క లన్నియు ప్రారంభమున దీర్ఘపరిభ్రమణ కాలము గలవియైయుండును. ఆ తరువాత వేర్వేరు గ్రహముల ఆకర్షణబలములవలన వానికక్ష్యలలో వైకల్యము లేర్పడి, అవి సంకుచింప, చివరకు తోక చుక్కలు స్వల్పపరిభ్రమణ కాలము గలవిగా పరివర్తన మొందును. కాని ఆస్థితిలోకూడ నవి స్థిరముగ నుండలేవు. బ్రహ్మాండములో నొక పెద్దమూర్తి చుట్టు నొక చిన్నమూర్తి తిరుగుచున్నపుడు, ఒక పరిమితినిమించి చిన్న

మూర్తి పెద్దమూర్తిని సమీపించినయెడల చిన్నమూర్తి శతాధికఖండములుగా విచ్ఛిన్నమగుట తథ్యమని రోషే విజ్ఞాని కనుగొనెను. ఈ అవధికి రోషే హద్దు అనిపేరు. సూర్యచిహ్ను దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యలలో తిరుగుచున్న స్వల్పపరిభ్రమణ కాలపు తోకచుక్కలు సూర్యచిహ్నమున్న రోషే హద్దులోని కెప్పడో యొకప్పుడు పోకుండనుండలేవు. తత్ఫలితముగా సవిచ్ఛిన్నమొందుట తథ్యము. బేలాఘామకేతువు, తెయిలకు ఘామకేతువు ఇందుకు తార్కాణములు. బేలాఘామకేతువు 1846 వ సంవత్సరములో విచ్ఛిన్నమైపోయి, రెండుముక్కలుగా విడిపోయి దాని నియతవ్యవధిలో తిరిగి 1852 లో ప్రత్యక్షమైనది. ఆతరువాత మరల నెన్నడు నది కనపడలేదు. ఈ తోకచుక్కకక్ష్యయును 1872 నవంబరు 27 వ తేదీని కలిగిన ఉచ్చాపాతపు కక్ష్యయును సమానమగుటవలన బేలాఘామకేతువు నకును ఈ ఉల్కాపాతమునకును సంబంధమున్నదనియును, ఆ ఘామకేతువు విచ్ఛిన్నమొందగా నేర్పడిన ద్రవ్యఖండము లీయల్కాపాతముగా నేర్పడుచున్నవనియును శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ధరించినారు. ఇదే విధముగా బోర్స్, తెంపిల్ మున్నగు కొన్ని ముఖ్యమైన తోకచుక్కలూడ నేను అదృశ్యమై వాని కక్ష్యలలో, వాని నియతవ్యవధులలో ఉల్కాపాతములు ప్రత్యక్షమగుచున్నవి. ఈ ప్రత్యక్షప్రమాణములవలన అల్పపరిభ్రమణకాలములు గల ఘామకేతువులు కాలము గడచిన కొలదియు ఉల్కాసమూహములుగా పరివర్తనమొందునని మనమూహింపవచ్చును.

ఉల్కలు

గ్రహములననుమనున్న అంతరాళములో అత్యల్పపరిమాణముగల ద్రవ్యఖండము లనేకములుగలవు. ఇవి యెక్స్లార్పడినచో శాస్త్రజ్ఞులకుకూడ నిశ్చయముగా తెలియదు. సూర్యకుటుంబజననసమయమందు గ్రహములుగా నేర్పడగా శేషించిన ద్రవ్యరజమే యీద్రవ్యఖండములని పలువురి యభిప్రాయము. ఇక ననుక్షణము మరికొన్ని ద్రవ్యఖండములు సూర్యకుటుంబమున కావలనున్న ప్రదేశమునుండి వచ్చి వీనిని చేరుచున్నవి. సూర్యకుటుంబపు టవఘటమంకుటచే నివి యన్నియు సూర్యాకర్షణబలవలనై ఆయనచుట్టు దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలందు సంచరించుచుండును. ఉల్కలుగా మనకు ప్రత్యక్షమగుచున్న వీద్రవ్యఖండములే.

సూర్యకుటుంబములోని మూర్తులందెల్ల అల్పద్రవ్యసంయుతములైనవి ఉల్కలు. వానిపరిమాణములు చిన్న బటానీ గింజమొదలు పెద్ద బండరామువరకు నుండును. సూర్యకుటుంబమునకు చెందిన గ్రహములు, ఉపగ్రహములువలెనే ఉల్కలు కూడ స్వయంప్రకాశకములుగావు. గ్రహములును, ఉపగ్రహములను పరిమాణములలో కొంచెము పెద్దవగుటవలన తమపై పడిన సూర్యకాంతిచే ప్రకాశింపగలుగుచున్నవి. కాని ఉల్కల పరిమాణములు మిక్కిలి తక్కువయగుటవలన పరావర్తన కాంతి తోనవి ప్రకాశింపజాలవు. అందుచేత భూవాతావరణమున కావల ఆకాశములో నెక్కడనోయున్న తమకక్ష్యలలో సంచ

రించుచున్నంతకాలము వానిని మనము చూడలేము. ఇక ఉల్కలును, భూమిమును కొంతచేరువకునచ్చుట తటస్థించినపుడు, ఉల్కలు భూమ్యాకర్షణబలమునకుతోనై భూమివైపుపడుట సంభవించును. ఆసమయములో భూవాతావరణ మొసగెడి రానికికి వానితాపక్రమము హెచ్చి, అవి ఉజ్వలస్థితిలోపొందగా భూమివైపునకును ఆ ఉల్కలు కాంతిరేఖలవలె ఆకాశమున కడ్డముగా గోచరించును. ఉల్కలను మనము చూడగలుగుచున్న దీప్తితోనే. ప్రతిదినము రమారమి రెండుకోట్లనలుబది లక్షల ఉల్కలు భూవాతావరణమును చేరుకొనుచున్నవట !

ఉల్కలు సామాన్యముగా భూతలమునకు 60, 70 మైళ్ళ యెత్తుననున్నపుడు మొట్టమొదట కనపడును. ఉల్కల ద్రవ్యసంచయములు మిక్కిలి తక్కువైనచో భూవాతావరణమునుదాటి భూమినిచేరుకొనుటోపుననే అవి పూర్తిగా ఆవిరియై నశించిపోవును. చాలనటకు ఉల్క లిట్టివే. కాని కొన్ని పెద్ద పెద్ద ఉల్కలు వాతావరణముద్వారమున ప్రయాణముచేయుటతో పూర్తిగా నాశనము నొందవు. వాతావరణములో ప్రయాణము చేయుచున్నపుడు ఆవిరియైపోగామిగిలిన వానిభాగములు భూపతనమగును. ఇట్లు ఉల్క భూపతనమగునపుడు కఠోరమైన శబ్దము జనించును. హెచ్చువేగముతో నవి భూమిపై పడుటచేత అవిపడిన తావులందు లోకైన పెద్దగోరు తేర్పడును.

ఉల్క ఆకారమందెల్లప్పుడూ 19 వ పటమునుబట్టి గ్రహించవచ్చును. సామాన్యముగా ఉల్క ఉపరితలమందు అతి పలుచనైన నల్లని పొరయుండును. కొన్ని ఉల్కలం దీపారబూడిదరంగుగా నుండుటకూడ కలదు. ఇక ఉల్క-ఉపరితల

మెన్నడును నున్నగా నుండదు. ఉల్క భూవాతావరణద్వారమున ప్రయాణముసాగించినపుడు దాని యుపరితలమందలి భిన్న భాగములు భిన్నముగా ద్రవీభవించుటవలన దాని తలము నందు నెఱలేర్పడును. ఉల్క పురోభాగమందున్న యీ నెఱలు చిన్నవిగను, లోతుగను, పుచ్చభాగమందున్న నెఱలు విశాలమైనవిగను, మెరకగను నుండును.

ఉల్కలను రసాయనవిశ్లేషణగావించి పరిశీలించుట వలన వానిలో మూడురకములున్నవని స్పష్టమైనది. ఒకరకము ఉల్కలు కేవలము భూమిపై సామాన్యముగాదొరకునట్టి రాళ్ళు రచననే కలిగియున్నవి. మరియొక రకము ఉల్కలలో ఎక్కువగా ఇనుము, కొద్దిగా నికెల్ కలిసియున్నవి. ఇనుము, నికెల్ కూడ ఎక్కువసాంద్రతగల మూలద్రవ్యములగుటవలన ఈరకము ఉల్కలు చాలబరువుగా నుండును. ఉల్కలలో అధికసంఖ్యాకము ట్టివే. మూడవరకము ఉల్కలు అటు రాతిఉల్కలకును, ఇటు ఇనుమఉల్కలకును మధ్యమనిర్మాణమును కలిగియుండును.

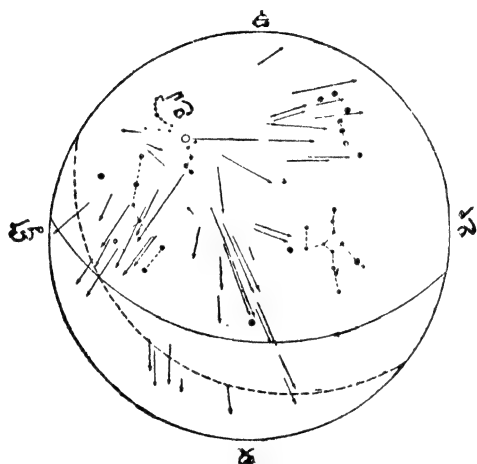
సామాన్యముగా ఒకటి రెండుకంటె నెక్కువ ఉల్కలు ఏకకాలములో కనిపించవు. కాని కొన్నికొన్ని సమయములలో ఉల్కలు జల్లుజల్లులుగా పడును. ఇట్టి వానికి ఉల్కాపాతము అనిపేరు.

ఇోకచుక్కలనుగూర్చి చర్చించినపుడు బేలా, తెలుగు లో మున్నగు కొన్ని అల్పసరిభ్రమణకాలముగల భూమకేసువులు అదృశ్యముకాగా వానిస్థానములో, వాని నియతవ్యవధులందు ఆకాశములో వానికక్ష్యలున్న ప్రదేశములనుండి ఉల్కా

పాతములు ప్రత్యక్షమగుచున్నవి వివరించియుంటిమి. ఉల్కా-
పాతములు అల్పసంఖ్యమకాలముగల తోకచుక్కలు విచ్చిన్చి
పొందుటవలన కలుగుచున్నవి.

ఒక ఉల్కాపాతమందలి ఉల్కల్పయునుకూడ ఒకదాని
కొకటి సమాంతరముగనున్న ద్విస్థైరకారకక్ష్యలతో సూర్యు
నిచుట్టును పెరిభ్రమించుచుండును. ఈ కక్ష్యలను క్రాంతిస్థైర
మెచ్చట ఖండించునో ఆస్థానమును భూమి చేరుకొనినపుడు ప్రతి
సంవత్సరము ఆయుల్కాపాతము సంభవించుట కవకాశమున్నది.
ద్విస్థైరములు సంవృతకక్ష్యలు కాబట్టి ఆకక్ష్యలతో పరిభ్ర
మించుచున్న ఒకఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలు కొన్ని నియత
వ్యవధులతో మనకు తిరిగి తిరిగి ప్రత్యక్షమగును. ఆనియత
వ్యవధిని ఆఉల్కాపాతముయొక్క ఆవర్తనకాలమని పేర్కొం
దురు. సామాన్యముగా నొక ఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలు ప్రతి
సంవత్సరము ఒకనిర్దిష్టసమయమున ప్రత్యక్షమగుచున్నను, ఆ
యుల్కాపాతనియతావర్తనకాలవ్యవధిలో అవి గరిష్ఠసంఖ్యా
కములై గోచరమగును. ఒక ఉల్కాపాతమందలి ఉల్కలు వాని
కక్ష్యలందంతటను సమానముగా వ్యాపించియుండక ఒకచోట
గుమికూడియుండుటయును, ఆయుల్కల కక్ష్యలను క్రాంతిస్థైర
మెచ్చట ఖండించుచున్నదో నాస్థానమునొద్దకు ఆఉల్కల
గుంపును, భూమియును కలిసి ఆఉల్కాపాతముయొక్క ఆవర్తన
కాలవ్యవధిలోమాత్రమే వచ్చుటయును అందుకుకారణములు.
ఇక ఒకఉల్కాపాతమందలి ఉల్కల్పయు విన్వీధియం దొకే
స్థానమునుండి బయలుదేరినట్లుగపడును. ఆస్థానమునకు
'రేడియంట్' అనిపేరు. కాని యీదృశ్యము కేవలము అభి

వ్యక్తమే. పైలుపట్టాలు సమాంతరముగనున్నను, చాలదూరమున నవి కలిసికొనిన పైలుల గోచరమగునో ఆవిధముగనే ఒకఉల్లాపాతమందలి ఉల్కలకక్ష్యలుకూడ సమాంతరముగనున్నను అవి ఆకాశములో ఒకబిందువునొద్ద కలిసికొనినట్లుగా



35 వ చిత్రము

పె - పెర్సియస్ రాశి.

పెర్సియస్ అను ఉల్కా పాతమయొక్క రేడియంట్ బిందువు.

హింపవచ్చును. ఆబిందువే రేడియంట్. ఆబిందువునుండియే ఉల్కలన్నియు పడుచున్నట్లుగపడునుగాని వాస్తవముగా నవి యాబిందువునుండి పడుటలేదు.

ప్రకృతిలో రమారమి ఒకవంద ఉల్లాపాతములున్నట్లు ఇంతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. ఏదైన నొక ఉల్లాపాతము యొక్క వ్యక్తిత్వము ముఖ్యముగా దాని ఆవర్తనకాలమును

బట్టియును, దాని 'రేడియంట్' బిందువునుబట్టియును ఉండును. సాధారణముగా ఉల్కాపాతములకు నామములకు వాని 'రేడియంట్' బిందువుల ననుసరించి శాస్త్రజ్ఞులేర్పరచుదు.

ఉల్కాపాతములలో నాలుగు చాలముఖ్యమైనవి. వానికి పెర్సైన్సు, లైరిస్సు, లియెనిస్సు, ఏండ్రోమిడ్సు అనిపేరు.

పెర్సైన్స్ ; లేదా ఆగష్టు ఉల్కాపాతము : విస్ఫోర్ణలో పెర్సియస్ రాశియున్న స్థానమునుండి యీఉల్కాపాతము ఆగష్టు నెలలో సంభవించుచుండుటచే దీనికి పెర్సైన్స్ అనియును, ఆగష్టుఉల్కాపాతమనియును నామము లేర్పడినవి. ఈఉల్కాపాతమందలి ఉల్కల కక్ష్యలను క్రాంతివృత్త మెక్కడఖండించునో ఆస్థానమును ప్రతిసంవత్సరము ఆగష్టు 10 వ తేదీ ప్రాంతమున భూమి చేరుకొనును. తన్మూలముగా నేర్పడిన సన్నిహితత్వముచే భూమ్యాకర్షణప్రభావ మాసమయమున నా ఉల్కలపై అధికమై యీఉల్కాపాతము సంభవించుచున్నది. ఈయుల్కాపాతము ఆగష్టు 10, 11 తేదీలలో ఎక్కువగా నుండును. టెల్లిధూమకేతువు విచ్చిన్నమగుటవలన నీయుల్కాపాతము ప్రాప్తించినదని శాస్త్రజ్ఞులు తలచుచున్నారు.

లైరిస్సు : ఆకాశములో లైరారాశియున్న ప్రదేశము నుండి ఏప్రిల్ నెల 19, 23 తేదీల నడుమ నీయుల్కాపాతము సంభవించుచున్నది. 1861 I శోకచుక్కకక్ష్యలో నీయుల్కాపాతముయొక్క కక్ష్య యేకీభవించియుండుటచే నాశోకచుక్క విచ్చిన్నమై ఈయుల్కాపాతముగా పరివర్తన మొందినదని విజ్ఞులభిప్రాయపడినారు.

లియొనెన్సు; లేదా సనంబున ఉచ్చాపాతము : ఉచ్చాపాతములందెల్ల నది పుష్పి. దీని రేడియంట్లమిప్పు లియోరాఫెతో గలదు. ఈఉచ్చాపాతము సనంబున నెలలో సంభవించుచుండుటచే దీనికి 'సనంబున ఉచ్చాలు' అని మరియొకపేరు కూడా వచ్చినది. క్రాంతివృత్తమును ఈ యుల్కాపాత కక్ష్యయును పరస్పరము ఖండించుకొనుతావునకు ప్రశిసంవత్సరము సనంబు 14 వ తేదీ ప్రాంతమున భూమివచ్చును. అందుచే ఆసమయముననే యీఉచ్చాపాతము సంభవించుచున్నది. కాని యీఉచ్చాపాతములోని ఉల్కలన్నియును తమకక్ష్యయందు సమాసముగా వ్యాప్తినొందియుండక ఒకచోట సాంద్రముగను, వేరొకచోట పల్చగను నుండుటచే నీయుల్కాపాతముయొక్క తీక్షణత ప్రశిసంవత్సరము సమాసముగ నుండదు. 33 $\frac{1}{4}$ సంవత్సరముల కొకపర్యాయము ఈఉచ్చాపాతములో ఎప్పుడసాంద్రత గల భాగమునకు చేరువగా భూమివచ్చుటతటస్థపడును కాబట్టి ఆసమయముననే యీఉచ్చాపాతముయొక్క తీక్షణత అధికముగ నుండును. టెంపిల్ ధూమకేరువు విచ్చిన్నమగుటవలన నీ యుల్కాపాత మేర్పడినది.

ఏండ్రోమిడాన్సు : బైలా తోకచుక్క విచ్చిన్నమగుట వలన నీఉల్కాపాత మేర్పడినది. కొన్ని సంవత్సరముల వెనుక దనుక సనంబు 26, డిశంబు 4 తేదీల మధ్యకాలములో నిది ప్రత్యక్షమగుచుండెడిది కాని ప్రస్తుతముకనిపించుట లేదు. సూర్య కుటుంబములోని యితరగ్రహముల ఆకర్షణవలన దానికక్ష్యలో వైకల్యమేర్పడుటయే అందుకు కారణము. మరికొంతకాలమున కీయుల్కాపాతము మరల ప్రత్యక్షమైన కావచ్చును.

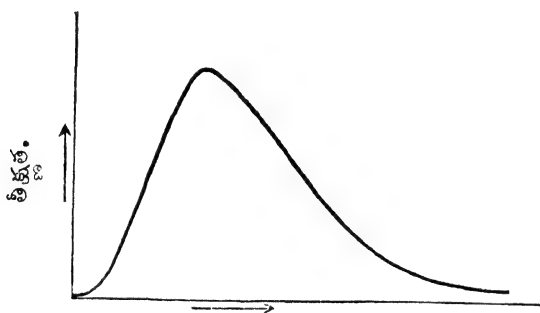
నక్షత్రములు

వర్ణమాలావర్ణికరణము

నక్షత్రములన్నియును స్వయంప్రకాశకమూర్తులు. వాటి కంటికవి సాధారణముగా తెల్లనికాంతిలో తేజరిల్లుచున్నట్లు గోచరించును ; అక్షరక్షర ఒక్కొక్క నక్షత్రము మాత్రము ఎరుపుకాంతిలో ప్రకాశించుచున్నట్లు కనపడును. కాని దూర దర్శినిలో నక్షత్రముల నవేక్షించినయెడల నవి యన్నియు తెల్లనికాంతిలో తేజరిల్లుట లేనవియు, నీలి, పసుపు, నారంగ, యెరుపు మున్నగు రంగులలో నవి వేర్వేరుగా ప్రకాశించుచున్నవనియు మనకు స్పష్టమగును. కొన్ని ముఖ్యమైన నక్షత్రము లేయేరంగులలో ప్రకాశించుచున్న స్థిగపడుచున్నవో అనుబంధములో పొందుపఱచుటమైనది.

నక్షత్రము లేరంగుకాంతిలో ప్రకాశించుచున్నవో వాటి కంటిలో నవేక్షించిగాని, దూరదర్శినిలో పరీక్షించిగాని నిర్ణయముగాచెప్పట కష్టము. ముఖ్యముగా ఒకేరంగులోనున్న వేర్వేరుభావాలను కన్ను సరిగా గ్రహించలేదు; అందుచేత అట్టి సునిశితమైన యవేక్షణల కనుపణమైన పరికరమున్నచో మిక్కిలి లోడ్చును. అట్టిపరికరమే వర్ణమాలాదర్శిని. నక్షత్రకాంతిని వర్ణమాలాదర్శినితో నవేక్షించినపుడు ఇంద్రదనుస్సునందువలె ఊదా మొదలు ఎరుపువరకునుగల వర్ణములు ఒకదానిప్రక్క మరియొకటిచేరి రంగులమాలగా గోచరమగును. ఇట్టిదానికి నక్షత్రవర్ణమాల యనిపేరు.

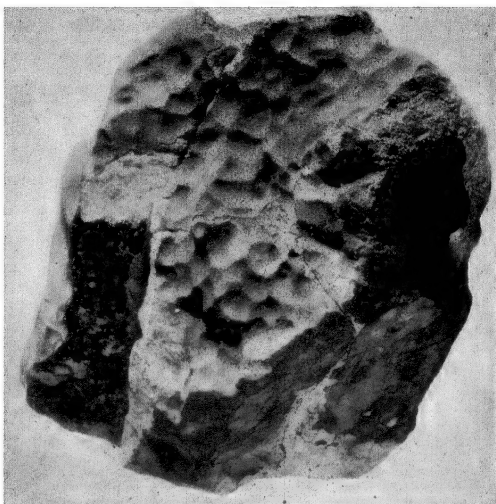
సాధారణముగా నక్షత్రములన్నింటి వర్ణమాలలలోను ఊదా మొదలు ఎరుపువరకును గల రంగులన్నియు నున్నను ఏ యొకనక్షత్రవర్ణమాలలోను అన్నిరంగులు సమానతీక్షణతను కలిగియుండుటగాని, లేదా వేర్వేరు నక్షత్రముల వర్ణమాలలలో ఏదైన నొకరంగు సమానతీక్షణతను కలిగియుండుటగాని జరుగదు. నక్షత్రముల వర్ణమాలలను ఛాయాచిత్ర గ్రహణ మొనర్చి, ఆఛాయాచిత్రముల సాహాయ్యముతో నందలి వేర్వేరువర్ణములతీక్షణతలను కనుగొని, యేవర్ణ మెంతతీక్షణము



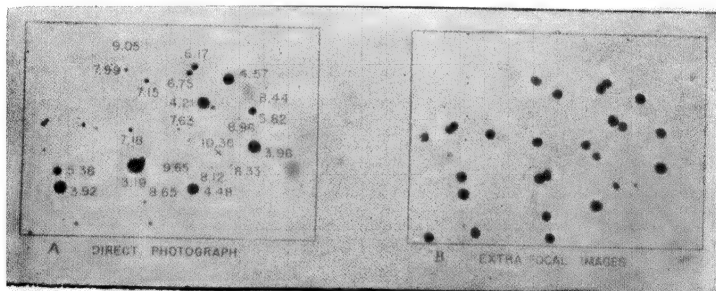
తరంగదైర్ఘ్యము.

36 వ చిత్రము

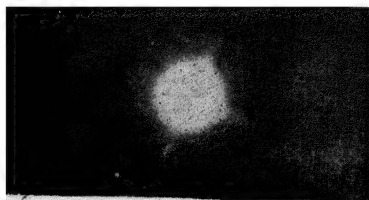
గానున్నదో రేఖాచిత్రమువలన చూపినచో 36 వ చిత్రములో చూపినమాదిరి వక్రరేఖయొకటి సిద్ధించును. అట్టిరేఖనుబట్టి యొకనక్షత్రవర్ణమాలలో ఏదోయొకవర్ణముమాత్రమే గరిష్ఠ తీక్షణతను కలిగియుండునని స్పష్టమగును. ఆగరిష్ఠతీక్షణత నేవర్ణము కలిగియుండునో ఆనక్షత్రమారంగుతోనే ప్రకాశించుచున్నట్లు



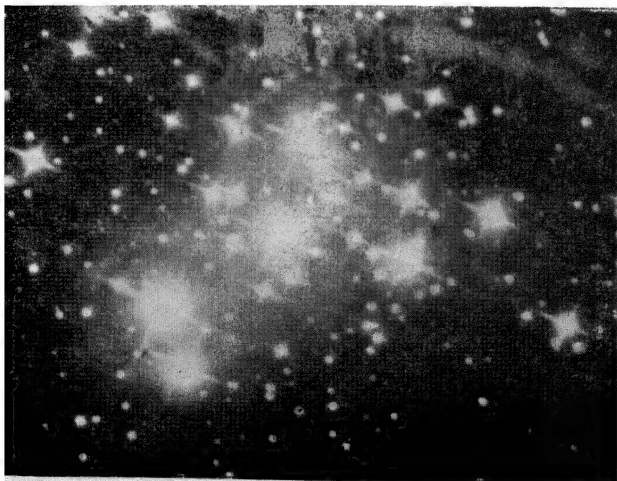
19-వ పటము. ఉల్క- (పుట. 233)



20-వ పటము. నక్షత్రపరిమాణమును కనుగొను పద్ధతులు (పుట. 258)



21-వ పటము. నూతన నక్షత్రముయొక్క ఉత్పేక్షితము (పుట. 283)



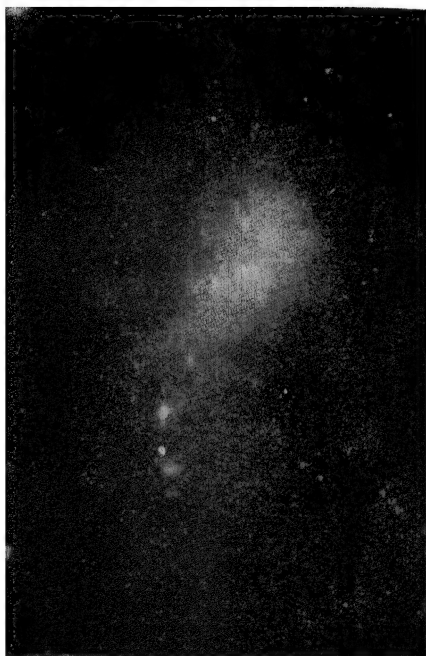
22-వ పటము. ప్లయిడ్స్ (పుట. 284)



23-వ పటము. గోళాకారపుంజము-M 13 (పుట. 294)

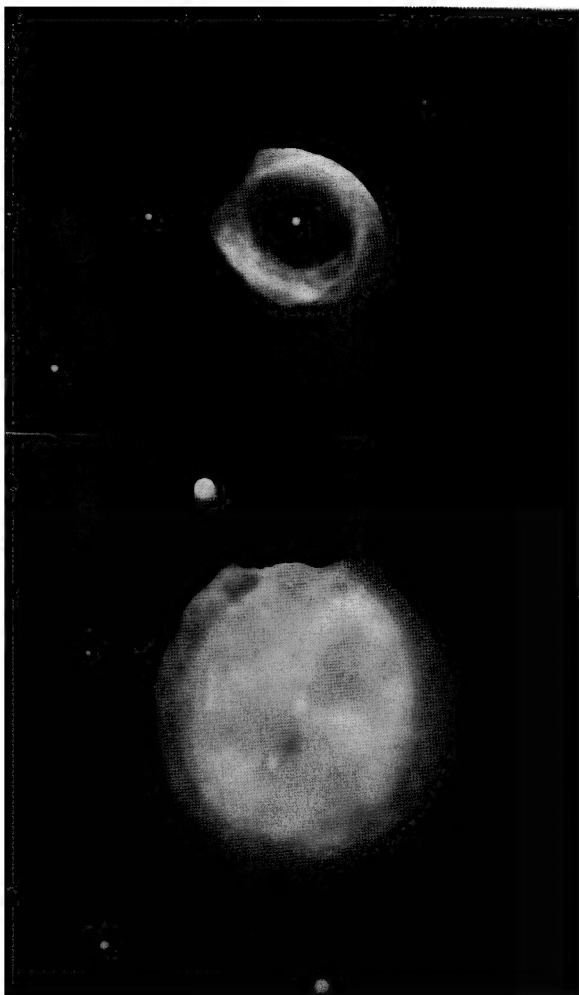


24-వ పటము. సజిచేరియన్ రాబోసి నక్షత్రమేఘము (పుట. 295)



25-వ పటము. అల్పకర మేగిలాన్ నక్షత్రమేఘము (పుట. 296)

గ్రహకారపు నెబ్యులాలు



28-వ పటము.

లైరాళిలోని రింగ్ నెబ్యులా (పుట. 306)

27-వ పటము.

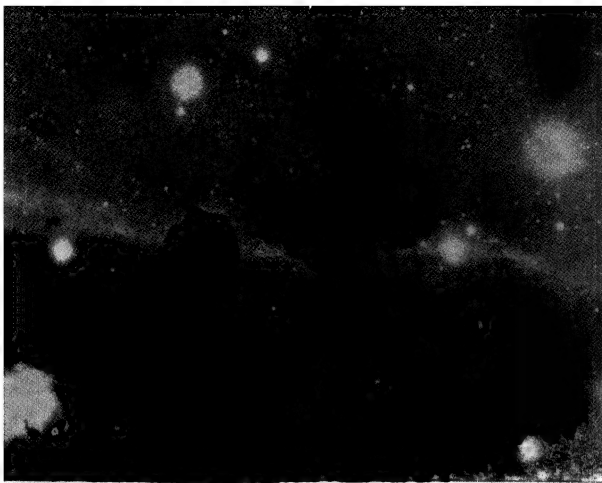
నెబ్యులా N. G. C. 1501 (పుట. 306)

విక్షిప్త నెబ్యూలాలు



28-వ పటము.

ఓరయన్ రాశిలోని రింగ్ నెబ్యూలా (పుట. 306)



29-వ పటము.

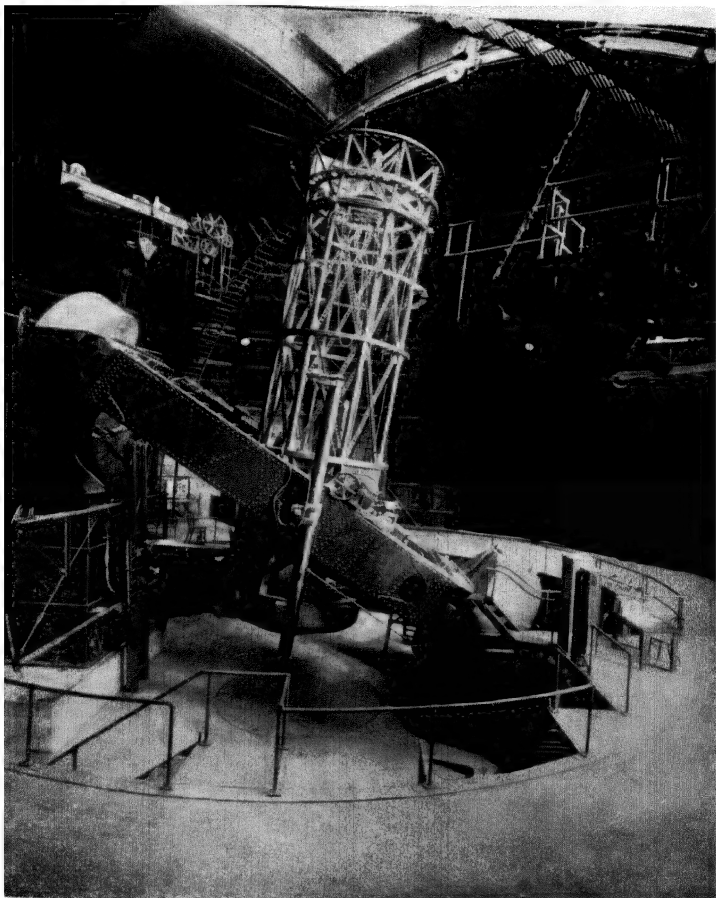
గుర్రపుతల ఆకారముననున్న నెబ్యూలా (పుట. 307)



80-వ పటము. స్పైరాల్ గెలక్సీ (పుట. 810)



81-వ పటము. స్పైరాల్ గెలక్సీ (పుట. 810)



32-వ పటము. నూరు అంగుళముల దూరదర్శిని.

గోచరించును. సూర్యవర్ణమాలలలో ఎక్కువతీక్షణమైన వర్ణము పసుపు. అందుచేత సూర్యుడు పసుపు వర్ణముతో ప్రకాశించుచున్నాడని మనము పేర్కొందుము.

సక్షత్రములను వానిరంగులనుబట్టి నీలిరంగు సక్షత్రములు, తెలుపురంగు సక్షత్రములు, పసుపురంగు సక్షత్రములు అని కొన్ని వర్ణములుగా విభజింపవచ్చును. సక్షత్రముల వర్ణమాలలలో ఒక్కొక్కరంగు కొంతమేరవరకును విస్తరించియుండి దానిప్రక్కనున్న రంగులోనికి కలిసిపోవుచుండును కాబట్టి ఒక్కొక్కపు డొకవర్ణమునకు చెందినసక్షత్రమును వేరొక వర్ణమునకు చెందినసక్షత్రముగా భ్రమపడుట కవకాశమున్నది. అందుచేత వర్ణములనుబట్టి చేసిన సక్షత్రములవర్గీకరణము కేవలము స్థూలమైనదేయని యంగీకరింపకతప్పదు. అంతకంటెను సునిశితమైనపద్ధతి వర్ణమాలారేఖలనుబట్టిగావించిన వర్గీకరణము.

సక్షత్రములను వర్ణమాలాదర్శినితో నవేక్షించినపుడు ఊదా మొదలు ఎరుపువరకునుగల వర్ణములు వరుసగా ఒకదాని ప్రక్క నొకటిచేరి యొకవర్ణమాలవలె సాధారణముగా గోచరమగునని పైనిపేర్కొనియుంటిమి. కాని ఆవర్ణమాలాదర్శిని యెక్కువసామర్థ్యముగలదైనవో ఆవర్ణమాలను ఖండించుచు నిట్టినిలువుగనున్న కాంతిహీనమైన ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలుకొన్ని సూర్యవర్ణమాలలందు వలెనే సక్షత్రవర్ణమాలయందుకూడ కనపడును. సక్షత్రవర్ణమాలలలోని ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖల స్థానమునుబట్టి ఆయాసక్షత్రములం దేయే ద్రవ్యములున్నవో, వాని తాపక్రమమెంతయో చెప్పవచ్చును. కాబట్టి సక్షత్రవర్ణమాలల

లోని ఫ్రాన్కోఫోన్ కేబులునుబట్టి నక్షత్రములను వర్గీకరణ మొనర్చినచో అది యెక్కువ కచ్చితముగా నుండునని వేరే చెప్పనక్కరలేదు. విలియమ్ హాన్సు, ఫాదర్ సెన్ ప్రభృతు లీవిషయమై ప్రారంభములో కొంతకృషిచేసిగాని అందును గూర్చి యెక్కువ కృషియొనర్చినవాడు అమెరికాదేశవిజ్ఞాని డ్రేపర్. ఆయన రమారమి 40 సంవత్సరములు శ్రమపడి, 22,53,000 నక్షత్రముల వర్ణమాలలను తీసి, యేయేనక్షత్రము లు దేయే ఫ్రాన్కోఫోన్ కేబులున్నచో, వాని తీక్షణత లెంతెంతయో తెలియజేయునట్టి 'కేటలాగు' నొకదానిని ప్రచురించెను. దానికి 'నక్షత్రవర్ణమాలల డ్రేపర్ కేటలాగు' అనిపేరు. డ్రేపర్ కేటలాగు నాధారముగా చేసికొని హార్వర్డువేధశాలలో పనిచేయుచున్న ఆసీకేనక్ అనుయువతి, నక్షత్రములను O, B, A, F, G, K, M, R, N, S అను పదివర్ణములుగా *విభజించినది. ఈవర్గీకరణమునే ప్రమాణముగా ప్రపంచవైజ్ఞానికులందరు నే ఉనుసరించుచున్నారు.

కాని, O, B, A మొదలైనవర్ణములకు చెందినవి చాల నక్షత్రములున్నను వీనిలో నేనో యొకవర్ణమునకు పూర్తిగా చెందక, రెండువర్ణములకు మధ్యస్థములైయున్న లక్షణములు గల నక్షత్రములకూడ కొన్నియుండును. ఉదాహరణము నకు కొన్నినక్షత్రములు O వర్ణమునకుగాని B వర్ణమునకుగాని

*'Oh, Be A Fine Girl, Kiss Me Right Now, Sweet!'

అను వాక్యము ఈవర్ణమాలావర్ణములపేర్లను వరుసక్రిమములో జ్ఞప్తియొందుచుకొనటకు బాగుగా తోడ్పడును. ఈవాక్యములోని పదముల మొదటి అక్షరములు వర్ణమాలావర్ణములను వరుసక్రిమములో నూచించును.

పూర్తిగాచెందక ఆరెండువర్గములను మధ్యస్థముజైయుండును. అందుచేత ప్రతివర్గమును విరిగి వివిధాగములుగా శాస్త్రప్రకారము లొనర్చిరి. $A_0, A_1, A_2, A_3, \dots A_9$ అనునది అట్టి వర్గకరణమే. A_5 అనువర్గము A_0 వర్గమునకును, F_0 వర్గమునకును సరిగా సమమనుండును. ఇక సక్షత్రములలో నూరికి తొందన పొమ్మి B, A, F, G, K, M వర్గములకు చెందినవి.

ఈవర్ణమాలావర్గీకరణమునుబట్టి O వర్గమునకు చెందిన సక్షత్రములు నీలిగా గోచరమగును. హైడ్రోజని, అయనీకరణము చెందిన హీలియమ్, అయనీకరణముచెందిన ఆక్సిజని, నైట్రోజనులకు సంబంధించిన రేఖలు వీని వర్ణమాలలందు కానవచ్చును. B వర్ణమునకు చెందినసక్షత్రములు తేతనీలిరంగు కాంతిలో ప్రకాశించుచుండును. వీనివర్ణమాలలలో నెక్కువ తీక్షణమైనవి హీలియంరేఖలు; ఆక్సిజన్, హైడ్రోజనులకు సంబంధించిన రేఖలుకూడ వీనివర్ణమాలలలో గోచరములగును గాని అవి హీలియం రేఖలతో యెక్కువ తీక్షణమైనవికావు. అందుచేత ఈసక్షత్రములను హీలియమ్సక్షత్రములనికూడ పేర్కొందురు. ఒరయకొరానిలోని సక్షత్రము లీవర్ణమునకు చెందినవి.

A వర్ణసక్షత్రములు తెల్లనికాంతిలో ప్రకాశించుచుండును. వేగా, సిరియస్ మున్నగుసక్షత్రము లీవర్ణమునకు చెందిన తారల కుదాహరణములు. ఈవర్ణమునకుచెందిన సక్షత్రముల వర్ణమాలలలో ఎక్కువతీక్షణమైనవి హైడ్రోజనిరేఖలు కాబట్టి వీనిని హైడ్రోజనిసక్షత్రము లనుపేరతో వ్యవహరిం

చుటయును కలదు. అయినీకరణస్థితియందున్న ఇనుము మున్నగు కొన్నిలోహములకు సంబంధించిన రేఖలుకూడ వీనివర్ణమాలలలో కానవచ్చును.

G, B, A అను మూడువర్ణములకును చెందిన నక్షత్రములను శ్వేతతారలని స్థూలముగా పేర్కొందురు. ఈరీతిగనే స్థూలవిభజనలో F, G వర్ణముల నక్షత్రములు పసుపుపచ్చని నక్షత్రములగును. F వర్ణనక్షత్రములు లేతపసుపురంగుతో గోచరింపగా G వర్ణనక్షత్రములు ముదురపసుపువర్ణముతో ప్రత్యక్షమగును. కేనిస్ మైనర్ రాశిలోని ప్రోసియాకా నక్షత్రము F వర్ణనక్షత్రములకు చక్కనియుదాహరణము. ఈవర్ణము నకు చెందిన నక్షత్రముల వర్ణమాలలలో హైడ్రోజని రేఖల కంటె అయినీకరణస్థితిలోనున్నలోహములకు చెందిన రేఖ లే యెక్కువ తీక్షణముగానుండును. అయినీకరణస్థితిలోనున్న కాల్షియమ్ నకు చెందిన రేఖలు వానివర్ణమాలలలో ఎక్కువప్రాముఖ్యమైనవి. సూర్యుడు G వర్ణమునకు చెందిన నక్షత్రము. ఈవర్ణమునకు చెందిన నక్షత్రముల వర్ణమాలలందు హైడ్రోజని రేఖల తీక్షణత మిక్కిలి తక్కువగానుండును ; అయినీకరణస్థితిలోనున్న కేల్షియమ్ నకు చెందిన రేఖలు F వర్ణ నక్షత్రముల వర్ణమాలలందుకంటె నెక్కువతీక్షణముగను, తటస్థస్థితిలోనున్నలోహములకు చెందిన రేఖలు హెచ్చుగను ఇందు గోచరించును.

K, M, S వర్ణములకు చెందిన నక్షత్రములను శోణవర్ణ తారలని పేర్కొందురు. K వర్ణనక్షత్రముల వర్ణమాలలలో అయినీకరణస్థితియందున్న కాల్షియమ్ నకు సంబంధించిన రేఖలు

గతివ్యధిగలవిమై యుండును. ఆర్థిజెరానానక్షత్ర మివ్వము సకుచెందినది. ఇవి నారంగవర్ణముతో తేజరిల్లు నక్షత్రములని చెప్పవచ్చును. ఈవర్ణముసకుచెందిన నక్షత్రములవర్ణమాల లతో కొన్ని సంయోగద్రవ్యములకు సంబంధించిన దళములు గోచరమగును.

M వర్ణనక్షత్రములు శోణవర్ణముతో ప్రకాశించు తారలు. ఈతారలవర్ణమాలలలోను, S, R వర్ణములకు చెందిన తారల వర్ణమాలలలోనుకూడ దళము లెక్కువగా గోచరించును.

ఒక వర్ణముసకు చెందిననక్షత్రముల వర్ణమాలలకును, వేరొక వర్ణముసకు చెందిననక్షత్రముల వర్ణమాలలకును పరిగణ నీయమైన వ్యత్యాసము లుండును. అందుచేత వర్ణమాలలను నక్షత్రముల విలక్షణములైన ధర్మములతోనొకటిగా మనమెన్న వచ్చును. నక్షత్రముల వయస్సులలో తేడాలుండుటవలననే వాని వర్ణమాలలలో వ్యత్యాసములు జనించుచున్నవనియును, O వర్ణనక్షత్రములుగా జీవితము నారంభించి, వయస్సు హెచ్చినకొలదియు క్రమముగా B, A, F, G, K ఆదిగాగల వర్ణమాల నక్షత్రములుగామాపును పొంది చివరకు S వర్ణ నక్షత్రములుగా నవి పరిణామమునుపొందుచున్నవనియును శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు. నక్షత్రముల వర్ణమాలల సాహాయ్యమున వాని తాపక్రమము, చలనము ఆదిగాగల యనేకవిషయములను గూర్చి తెలిసికొనుటకు సాధ్యమగు చున్నది. అది యెట్లులనో ముందుపుటలలో పరిశీలింతము.

తాపక్రమము

సక్షత్రములతాపక్రమమును తెలిసికొనుటకు ముఖ్యమైన ఆధారము సక్షత్రములస్థలములు. సక్షత్రముల స్థలములనుబట్టికూడ స్థలముగా వానితాపక్రమములను తెలిసికొనవచ్చును. కన్యనికొలిమిలో ఇనుపముక్కను కాలుచుటను మనమందరము చూచియేయుంచుము. కొలిమిలో పెట్టుటకు పూర్వము ఇనుపముక్క ఒకరకమైన నలుపురంగును కలిగియుండును; కానిసకొలిమియు సరియైబడి, క్రమముగా లేతయెప్పుడునుండి ముదరియెరుపు, పసుపు ఆరిగాగలరంగులతో ప్రకాశించి, చివరకు కన్నులకు మిరుమిట్లుగొల్పుచు తెల్లని తేజస్సుతో తేజరిల్లును. దీనిబట్టి తత్స్థినియందున్న ఒక వస్తువువర్ణమునకు దాని తాపక్రమమునకును అవినాభావ సంబంధమున్నదని మనకు స్పష్టమగును. కాని సక్షత్రముల రంగుకంటె వాని వర్ణమాలలనుబట్టి కచ్చితముగా సక్షత్రతాపక్రమములను కనుగొనవచ్చును. ఇదెట్లు సాధ్యమగుచున్నదో అరయుటకు పూర్వము పరమాణురచననుగూర్చి కొంత తెలిసికొనవలసియున్నది.

పరమాణుసంఘటనందు మధ్యను అధికభారయుతమైన కేంద్రకమును, ఆకేంద్రకముచుట్టు నియమితకక్ష్యలలో తిరుగుచు ఎలక్ట్రానులు నున్నవి. పరమాణు వ్యూహమునందు కక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచున్న ఎలక్ట్రానులను కేంద్రకముతో బంధించుచు తీక్షణమైన విద్యుత్ బలములు గలవు. ఈవిద్యుత్ బలములనుండి విముక్తినిపొంది ఒక్కొక్కటి అంతకంటె నెక్కువగాని

ఎల్వ్ట్రానులు తమకక్ష్యలను వదలి పరమాణువ్యూహమునుండి దూరముగా బయటికిపోయినవో, అప్పుడా పరమాణువు అయినీకరణమునొందిననందున. పరమాణువునందు కేంద్రకమునకు చేరునగానున్న ఎల్వ్ట్రానులకంటె దూరముగానున్న ఎల్వ్ట్రానులను కేంద్రకమునుండి విడదీయుట సులభము. పరమాణువులను అయినీకరణమొనర్చువిధానములలో నొకటి వాని తత్త్వ మొనర్చుట. పరమాణువును ఎక్కువగా తత్త్వమొనర్చినకొలది యును కేంద్రకమునకు చేరునగానున్న కక్ష్యలలోని ఎల్వ్ట్రానులకూడ పైకి ఎగిరిపోయి ఆపరమాణు సగళముగా అయినీకరణమొందును. ఇక నక్షత్రములందలి పరమాణువులు నక్షత్రమధ్యభాగముం దగ్గికతాపక్రమస్థితియందున్న దీప్త్యవరణము నుండి వెల్పుడు వికరణములచే అయినీకరణము నొందును. ఇట్లవి ఎంతహెచ్చుగా అయినీకరణమునొందు ననువిషయము ఆ నక్షత్రదీప్త్యవరణ తాపక్రమమునుబట్టి యుండును. ప్రయోగశాలలలో గావింపబడిన ప్రయోగములవలన శోషణవర్ణమాల యుండలి యొక కాంఠిహీనమైన రేఖాస్వభావము ఆరేఖకు కారణభూతమైన పరమాణువునుబట్టియును, అది పొందిన అయినీకరణపరిమాణముచుబట్టియును ఉండునని స్పష్టమైనది. కాబట్టి ఒక నక్షత్రవర్ణమాలను సరిశీలించి ఆనక్షత్రమం దేయే మూలద్రవ్యపరమాణువులున్నవో, అవి యెంతవరకు అయినీకరణము నొందియున్నవో కనుగొనవచ్చును. మేఘనాధసహ స్రభృతి విజ్ఞానరచేయ్యలు ఒకవస్తువు తాపక్రమమునకును దాని అయినీకరణాంశమునకును గలసంబంధమును నిరూపించు సిద్ధాం

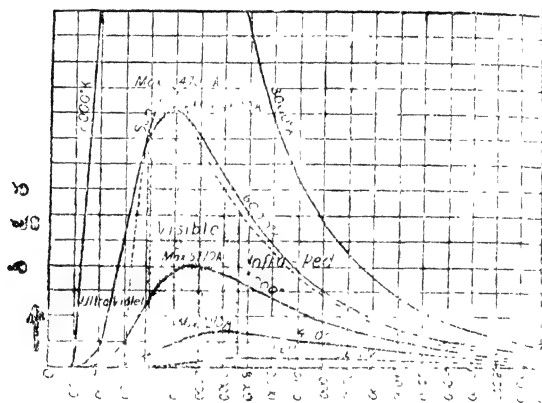
తమును కనుగొనిరి. ఆసిద్ధాంతమును వేర్వేరు వర్ణమాలా వర్ణములకు చెందిన నక్షత్రములకు వర్తింపజేసి, వానితాపక్రమము లెంతయో కనుగొనవచ్చును.

ఈరీతిగా గావించిన పరిశోధనలవలన ఏయే వర్ణమాలా వర్ణనక్షత్రముల దీప్త్యావరణ తాపక్రమ మెంతయో యున్నట్లు తెలియవచ్చినదో దిగువపట్టికలో పొందుపరచబడినది.

వర్ణమాలావర్ణము	తాపక్రమము
O _h వర్ణము	50,000° K
Be „	20,000° K
A „	10,000° K
Fine „	7,000° K
G ₁ „	6,000° K
K ₁ „	4,000° K
M ₁ „	3,000° K

వీక్, స్టాంక్ అనుశాస్త్రజ్ఞులు తత్పరిశీలించుచున్న వస్తువు నుండి ప్రసరితమగు వేర్వేరురంగుల కాంతిల తీక్షణతలను ఆవస్తువు తాపక్రమమునకునుగల సంబంధమును నిరూపించు నియమములవరచిరి. అర్నెరంగులకాంతిలను ప్రసరించునొక వస్తువు వేర్వేరుతాపక్రమములతో నేర్పరచు వర్ణమాలలందు వేర్వేరురంగులతీక్షణతలను ఆరంగు కిరణముల తరంగదైర్ఘ్యము లకునుగల సంబంధమును నిరూపించు రేఖలను గీసినచో, అవి 31 వ చిత్రములో చూపినట్లుండును. ఈరేఖల ననుసరించిన యెడల వస్తువుతాపక్రమము హెచ్చినకొలదియు దానివర్ణ

మాలలో ఎక్కువతీక్షణత గలవర్ణము తక్కువతరంగదైర్ఘ్యము గలదిగామాటనని విధితమగును. ఈమాట్లు $T\lambda_{\max} = 0.2897$ అను నియమము ననుసరించి జరుగునని వీన్ శాస్త్రజ్ఞుని పరిశోధనములనలన స్పష్టమైనది. (ఇందు T - పరమమానములో తాపక్రమమును, λ_{\max} - గరిష్ఠతీక్షణతను పొందిన కాంతి



తరంగ దైర్ఘ్యము

37 వ చిత్రము

కిరణము యొక్క తరంగదైర్ఘ్యమును సెంటీమీటరులలోను తెలుపును.) కాబట్టి ఒకనక్షత్రవర్ణమాలలో ఎక్కువతీక్షణమైన వర్ణముయొక్క తరంగదైర్ఘ్యమెంతయో కనుగొని, ఆతరంగదైర్ఘ్యముచేత 0.2897 అను అంకెను భాగించినచో ఆనక్షత్ర తాపక్రమము సిద్ధింపనును. నక్షత్రతాపక్రమములను కనుగొనుట కిదియొకపద్ధతి. సూర్యవర్ణమాలయందు గరిష్ఠతీక్షణతగల కాంతి కిరణముయొక్క తరంగదైర్ఘ్యము 4.70×10^{-15} సెం.మీ. కాబట్టి

పైనియమమునుబట్టి సూర్యగోళతాపక్రమము సుమారు 6,000 దిగ్రీలని న్యక్షమగును. అయితే ఎక్కువదీప్తిమంతమైన నక్షత్రములు తాపక్రమమునేగాని యింట్లోని సరిగా కనుగొనలేము.

పరిమాణము

నక్షత్రములన్నియు సమానదీప్తితో ప్రకాశించుటలేదని వాని నవేక్షించిన స్పష్టమగును. సప్తర్షిమండలములోని ఆల్ఫా, బీటా, గామా, డెల్టా, ఎస్పిలా, జీటా, ఈటానక్షత్రములన్నియును ఇంచుమించు సమానదీప్తితో తేజర్జిల్లుచుండగా జీటా నక్షత్రమునకు ప్రక్కనేయున్న అకుంధతీనక్షత్రము మాత్రము సావధానముగా చూచిననేగాని ఆచసంత తక్కువదీప్తితో నున్నది. ఇక లియోరాశిలోని రెగ్యులస్, జెమినైరాశిలోని పోలగ్స్, టారస్ రాశిలోని ఆల్డిబెరా, కేనీస్ మేజర్ రాశిలోని సిరియస్ మున్నగు కొన్ని నక్షత్రములు సప్తర్షిమండలములోని నక్షత్రములన్నిటికంటెనుకూడ నెక్కువ దీప్తిమంతములై ప్రకాశించుచున్నవి. క్రీ. పూ. 150 సంవత్సరప్రాంతములో హెపేర్కస్ అను ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు వట్టికంటికి కనపడు నక్షత్రముల నన్నిటిని వాని దృశ్యదీప్తుల ననుసరించి ఆరువర్గములుగా విభజించి సిరియస్ వంటి మిక్కిలి దీప్తిమంతమైన 20 నక్షత్రములను మొదటివర్గముగాను, వట్టికంటికి దృశ్యాదృశ్యమైయున్న అకుంధతీనంటి అల్పదీప్తిగల నక్షత్రములను ఆరవవర్గముగాను గావించి మిగిలిన నక్షత్రములను వానిదీప్తులననుసరించి రెండు, మూడు, నాలుగు, అయిదు వర్గములుగా నేర్పరచెను. గ్రుంపనక్షత్రమును, సప్తర్షిమండలములోని ఆల్ఫా, బీటా,

మున్నగు సక్షత్రములును రెండవస్థమునకు చెందినవి. దృశ్య దీప్తి సనుసరించి సక్షత్రములందేర్పడునట్టిదిగా యీస్థములకు దృశ్యపరిమాణములు లేదాపరిమాణములని సాంకేతికనామము. అందుచేత తన వర్గీకరణముగో మొదటిస్థమునకు చెందినసక్షత్రములను ప్రథమపరిమాణసక్షత్రములనియును, రెండవస్థము నకుచెందిన సక్షత్రములను ద్వితీయపరిమాణసక్షత్రము లనియును,.....అట్లే గుతరసక్షత్రములను ఆయన పేర్కొనెను.

హెపేర్కన్ శాస్త్రజ్ఞుడు కేవలము వృత్తికంటితోనే సక్షత్రముల సనుశీలించి, వానిని వర్గీకరించెను కాబట్టి ఆవర్గీకరణము స్థూలమైనదని వచింపవలెను. కాని ఆధునికవిజ్ఞానాభివృద్ధితో సుగ్రాహ్యమైన శాస్త్రీయపరికరములు హెచ్చుగా వాడుకలోనికి వచ్చుటవలన సక్షత్రములదీప్తిని కచ్చితముగా కొలుచుట సాధ్యమైనది ; ఒకసక్షత్రముయొక్క దృశ్యదీప్తిని వేరొకసక్షత్రముయొక్క దృశ్యదీప్తితో పోల్చి, వాని నిష్పత్తిని నిర్ణయించుటకూడ సాధ్యమైనది. పాన్సన్ అను నాంగ్లేయ ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు హెపేర్కన్ వర్గీకరణమునకు చెందిన మొదటిపరిమాణసక్షత్రము అరవపరిమాణసక్షత్రముకంటె నూరురెట్లు ఎక్కువదీప్తిగలదని యేర్పరచుకొని, రెండు పరుస పరిమాణసక్షత్రముల దీప్తులనిష్పత్తి 2.512* యుండునని నిర్ణయించెను. ఈనిష్పత్తిననుసరించియే నేడు సక్షత్రముల వర్గీకరణము జరుగుచున్నది. ఈవర్గీకరణమందు ఏకైకసక్షత్రరాశికెందిన ఆల్టైర్ సక్షత్రము ప్రథమపరిమాణ సక్షత్రమును,

ఉత్తరగ్రహున సత్తము స్వితీయపరిమాణసత్తము సగును ; దృశ్యాదృశ్యమును అనుంధ"వం" సత్తములు ఆరణ్యపరిమాణ సత్తము లగును.

హెవేర్కన్ వర్గీకరణమందు ప్రథమపరిమాణసత్తములుగా పరిగణింపబడిన రమారమి ఇసువది సత్తములతో సన్నియును సరిగా ప్రథమపరిమాణమునకు చెందినవనియే తెల్పుటకు వీలులేదు. వీనిలో కొన్ని సత్తములు అట్టెక్ సత్తముకంటె ఎక్కువదీ ప్తికలవిగా గోచరించును ; సిరియస్ వంటి కొన్ని సత్తములు సరాసరి ప్రథమపరిమాణ సత్తము కంటె సుమారు రెండుపరిమాణములు ఎక్కువైన దీప్తికలవిగా ప్రత్యక్షమగును. ఇట్లు సరాసరి ప్రథమపరిమాణ సత్తము కంటె ఒకపరిమాణమెక్కువైన దీప్తిగల సత్తమును '0' పరిమాణతారయనియు, రెండుపరిమాణము లెక్కువైన దీప్తిగల సత్తమును -1 పరిమాణతారయనియు, మూడుపరిమాణము లెక్కువైనదీప్తిగలతారను -2 పరిమాణ సత్తమనియు పేర్కొందురు. ఈవర్గీకరణములో సూర్యుడు -27 వ పరిమాణ సత్తముగా నేర్పడును. విల్బర్ ఫర్వత్ వేధశాలయందున్న 100 అంగుళముల దూరదర్శినితో చూడగలిగిన మిక్కిలి తక్కువైనదీప్తిగల సత్తప్రపరిమాణము 18.5; ఆదూరదర్శిని సాహాయ్యమున 21 వ పరిమాణసత్తమును ఛాయాచిత్రగ్రహణ ఫలకమున కెక్కువకాలము ప్రదర్శించి ఛాయాచిత్రము తీయవచ్చును. 200 అంగుళములదూరదర్శిని నుపయోగించి ఇంచుమించు 22 వ పరిమాణ సత్తములనుకూడ సవేక్షింప

నచ్చును. అంతకంటె ఎక్కువపరిమాణసక్షత్రములను, అసగా తక్కువైన దీప్తిగలసక్షత్రములను చూడగలుగుటగాని, ఛాయా చిత్ర మొనర్పగలుగుటగాని ప్రస్తుతిము సాధ్యముకాను.

సక్షత్రముల దృశ్యదీప్తులననుసరించి వాని పరిమాణముల నేర్పరచుట యెస్కో యంతవరకు చచ్చించితిమి. ఈనిధముగా నేర్పజిన సక్షత్రపరిమాణములను సక్షత్రముల దృశ్య పరిమాణములు లేదా పరిమాణములు అని పేర్కొందు రనికూడ గమనించితిమి. సక్షత్రపరిమాణములను సాధారణముగా నీమానములోనే తెల్పుదురు. కాని యొకతేజోరాశి ఎక్కువ దూరమందున్నప్పుడు కంటె చేరునగానున్నప్పు డెక్కువైన దీప్తికలదిగా గోచరించునని భ్రష్టియందుంచుకొన్నచో సక్షత్రముల దృశ్యదీప్తికి, వాని యధార్థదీప్తికి హెచ్చువ్యత్యాసముండునని స్పష్టమగును. దృశ్యదీప్తుల ననుసరించి సక్షత్ర పరిమాణముల నేరీతిగ నేర్పరచినో యారీతిగనే వానియధార్థదీప్తుల ననుసరించుకూడ వానిపరిమాణముల నేర్పరచిరి. ఈరీతిగ నేర్పజిన సక్షత్రపరిమాణములకు సక్షత్రముల యధార్థపరిమాణములనిపేరు. భూమికి 32.6 కాంతినవత్సరముల దూరమందున్న 0 దృశ్యపరిమాణముగల యొక సక్షత్రముయొక్క యధార్థపరిమాణమును 0 గా శాస్త్రజ్ఞులు పరిగణించిరి.

సక్షత్రముయొక్క యధార్థపరిమాణము దాని ఘనపరిమాణమునుబట్టియును, తాపక్రమమునుబట్టియును ఉండును. ఇక దానిదృశ్యపరిమాణము దానియధార్థపరిమాణమునుబట్టియును, భూమినుండి దానిదూరమునుబట్టియును ఉండును.

అందుచేత ఒక సక్షత్రముయొక్క దృశ్యపరిమాణమును, దాని దూరమును తెలిసినచో, దాని యధార్థపరిమాణమును లెక్కగట్టి కనుగొనవచ్చును.* ఈరీతిగా లెక్కకట్టుటవలన —26.84 దృశ్యపరిమాణఛాయయైన సూర్యుని యధార్థపరిమాణము 4.73 మాత్రమేయని న్యక్తమైనది. మూడవఅనుబంధములో కొన్ని ముఖ్యమైన సక్షత్రముల దృశ్యపరిమాణములను, భూమినుండి వాగ్దూరములను నొసగబడినవి. వాగ్దూరవలన ఆసక్షత్రముల యధార్థపరిమాణములను గణింపవచ్చును.

పరిమాణమును కనుగొనుపద్ధతులు

సక్షత్రపరిమాణములను నేడెక్కవగా ఛాయాచిత్ర గ్రహణపద్ధతులవలననే కనుగొనుచున్నాము. కాని కంటికోరెంపనక్షత్రముల దీప్తులను పోల్చి, తన్ములముగా వాని పరిమాణములను నిర్ణయించుపద్ధతి - చాక్షుషవిధానము - కూడ ఇటీవలవరకు నాచరణలో లేకపోలేదు. ఈపద్ధతయందలి ప్రధాన సూత్రము ప్రమాణపరిమాణసక్షత్రదీప్తితో - ఆసక్షత్రము సహజమైనవికావచ్చును ; లేదా కృత్రిమమైనవికావచ్చును - ఏసక్షత్రపరిమాణమును నిర్ణయింపవలెనో ఆసక్షత్రదీప్తిని పోల్చుట. ఒకసక్షత్రము వేరొకసక్షత్రముకంటె ఎంత ఎక్కువ దీప్తి కలదో కనుగొనుటకంటె ఆరెంపనక్షత్రములదీప్తులు సమా

* ఒకసక్షత్రముయొక్క దృశ్యపరిమాణము m ను, భూమినుండి దానిదూరము D కాంతిసంవత్సరములునుఅయినచో, దాని యధార్థపరిమాణము M ను, $M = m + 7.566 - 5 \log D$ అనుసమీకరణ సాహాయ్యమున కనుగొనవచ్చును.

నమూనానున్న నో తేదో తెలిసికొనుట సులభముకాబట్టి అపథ్యత
యం దేరెండునక్షత్రముల దీప్తులను పోల్చునలసియున్నదో ఆ
నక్షత్రములలో ఎక్కువదీప్తికలదా? దీప్తి తక్కువదీప్తికల
దా? దీప్తితో సమానముగా నుండునటుల నొక కృత్రిమవిధాన
మున తగ్గించి, ఆతగ్గించిన పరిమాణమునుబట్టి ఆనక్షత్రములలో
దేసరిపరిమాణమును నిర్ణయింపవలసియున్నదో దాని దృశ్య
దీప్తిని, తన్మూలముగా దాని దృశ్యపరిమాణమును నిర్ణయింపదు.

ఎట్లయినను పైపథ్యతనుసరించి నిర్ణయించిన నక్షత్ర
పరిమాణప్రవిలువలలో కొంతదోషముండుటకవీలున్నది. రెండు
నక్షత్రముల దీప్తులను పోల్చుటలో అవేష్టనలందరి కన్నులును
సమానముగా ప్రసరించునని చెప్పుటకు వీలులేదు. అందుచేత
వానికంటె ఛాయాచిత్రగ్రహణపథ్యతని కనుగొనిన నక్షత్రపరి
మాణములే యెక్కువ కచ్చితమైనవని వేరే చెప్పవక్కరలేదు.

ఏదైన నొకవస్తువు ఛాయాచిత్రమును ఎక్కువతీక్షణ్యమైన
కాంతిలోను, తక్కువతీక్షణ్యమైన కాంతిలోను కూడ తీసినపుడు,
ఎక్కువతీక్షణ్యమైన కాంతిలో తీసిన ఛాయాచిత్రము నల్లగను,
తక్కువతీక్షణ్యమైన కాంతిలో తీసిన ఛాయాచిత్రము వినర్హముగను
నుండునని మనకు తెలియును. వస్తువునుండి ప్రత్యక్షముగా
ప్రసరితమైన కాంతిగాని, పరావర్తనమొందిన కాంతిగాని
ఛాయాచిత్రఫలకముపై పూయబడిన రసాయనద్రవ్యములందు
రాసాయనికచర్యను గొనివచ్చుటచేతనే గదా ఛాయాచిత్రఫల
కముపై చిత్రమేర్పడుచున్నది! కాంతిచే రసాయనచర్యకు
లోనగు ఛాయాచిత్రఫలకముమీది రాసాయనికద్రవ్యములందలి

యమపులసంఖ్య పతన తేజో తీక్ష్ణతనుబట్టి యుండును. అందుచేత ఎక్కువతీక్ష్ణమైనకాంతిని ప్రసరించు నెక్కువయొక్క ఛాయాచిత్రము నల్లగను, తక్కువ తీక్ష్ణమైనకాంతిని ప్రసరించునెక్కువ ఛాయాచిత్రము వివర్ణముగను నుండును. కాన నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీసి, ఆ ఛాయాచిత్రముల తీక్ష్ణతలనుబట్టి నక్షత్రముల తీక్ష్ణతలను, వానిబట్టి వానిపరిమాణములను నిర్ణయింపవచ్చుననుట స్పష్టము. కాని నక్షత్రము లన్నియును ఒకేరంగుగలకాంతిని ప్రసరించుటలేదు. కొన్ని యెక్కువగా నీలికాంతిని, మరికొన్ని యెక్కువగా ఎరుపుకాంతిని, ... ప్రసరించుచున్నవి. నీలికాంతికిరణములకు సుగ్రాహ్యమైన ఛాయాచిత్రఫలకముపై ఎరుపుకాంతి నెక్కువగా ప్రసరించుచున్న నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీసినచో, ఆచిత్రము కడువివర్ణముగనుండి ఆనక్షత్రము తక్కువదీప్తికలతార యను భావమును సృష్టింపజేయును ; కాని కంటితో ఆనక్షత్రమును చూచినపుడుమాత్ర మది యెక్కువదీప్తిగలదిగనే యుండును. ఇక ఆ ఛాయాచిత్రఫలకముపై నీలినక్షత్రచ్ఛాయాచిత్రమును దీసినచో నాచిత్రము మిక్కిలి గాఢముగనుండి, ఆనక్షత్రము కంటికి ఆనునట్టి దానికంటె నెక్కువదీప్తికలదను భ్రమనుకలుగజేయును. కాబట్టి ఛాయాచిత్రమునుబట్టి యొకనక్షత్ర దృశ్య పరిమాణమును నిర్ణయించుటకుగాను కొన్ని సవరణలు చేయుట అవసరము.

కేవలము ఛాయాచిత్రఫలకముమీది చిత్రముయొక్క నలుపుదనమునుబట్టి నిర్ణీతమైన యొకనక్షత్రపరిమాణమునకు

‘సక్షత్రచ్ఛాయాచిత్రపరిమాణము’ అగునే. ఇక సక్షత్ర
చ్ఛాయాచిత్రపరిమాణమునకును, దృశ్యపరిమాణమునకునుగల
స్వతంత్యమును (ఛాయాచిత్రపరిమాణము — దృశ్యపరిమా
ణము) వర్ణసూచికయని పేర్కొంటును. ఈవర్ణసూచికను నిర్ణ
యించుటలో సిరియస్ (A) వర్ణము శ్వేతతారల వర్ణసూచిక
‘0’ యని, అనగా వాని ఛాయాచిత్రపరిమాణములు దృశ్య
పరిమాణములకు సమానము. శాస్త్రజ్ఞు లేర్పాటుచేసికొనిరి.
ఎరువురంగు సక్షత్రముయొక్క ఛాయాచిత్రపరిమాణముకంటె
దాని దృశ్యపరిమాణము కి పరిమాణములు తక్కువవైనచో,
నాసక్షత్ర వర్ణసూచిక కి అగును. ఇక నీలవర్ణముతో
ప్రకాశించుచున్న నొకసక్షత్రముయొక్క ఛాయాచిత్రపరి
మాణముకంటె దాని దృశ్యపరిమాణము 0.2 పరిమాణములు
ఎక్కువవైనచో, ఆసక్షత్రవర్ణసూచిక — 0.2 అగును.

ఛాయాచిత్రపద్ధతిని సక్షత్రపరిమాణములను నిర్ణయిం
చుటలో పైని పేర్కొనిన యిబ్బండియున్నను, కన్ను
ఏరంగుకాంతికరణములను ఎంతెంత మొత్తముతో గ్రహించ
గలదో ఆరంగుకాంతికరణములకే సుగ్రాహ్యమైన ఛాయాచిత్ర
ఫలకములను తయారుచేసి, ఛాయాచిత్రములను తీయునట్టి
విధానమునకూడ కొన్ని మాచ్చులను గావించి యిటీవల నీపద్ధతిని
బాగుగా పెంపొందించుటచే, ఈపద్ధతిననుసరించి తీసినఛాయా
చిత్రముల యనుశీలనమునలననే సక్షత్రపరిమాణములను
పోల్చుటకుకూడ సాధ్యమగుచున్నది. ఈపద్ధతిలో సక్షత్రముల
ఛాయాచిత్రముల సనేకవిధములుగాతీయుదురు. వానిలో మిగుల
సూక్ష్మమైన రెండుపద్ధతులనుమాత్రమే యిట వివరింతుము.

మొదటి పద్ధతి : ఈ పద్ధతియందు కెమేరా (ఛాయాచిత్రగ్రహణ పరికరము) ను బాగాగా 'ఫోకస్' చేసి ఏనక్షత్రముల దీప్తిని పోల్చునలసియున్నచో ఆనక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీయుదురు. అప్పుడు ఎక్కువదీప్తికల నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములు పెద్దవిగను, తక్కువదీప్తికల నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములు చిన్నవిగను ఛాయాచిత్రఫలకముపై నేర్పడును. ఛాయాచిత్రపదార్థసకాలము సమానముగనున్నచో వేర్వేరునక్షత్రముల దీప్తులను, వానిఛాయాచిత్రముల వైశాల్యములకును అవినాభావసంబంధముండును. కాబట్టి ఆరీతిగా వాని వైశాల్యములనుబట్టి వాగదీప్తులను పోల్చవచ్చును.

రెండవ పద్ధతి : ఈ పద్ధతియందు కెమేరాను 'అప్రట్ ఆఫ్ ఫోకస్' చేసి నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములను తీయుదురు. అప్పుడు దీప్తి నక్షత్రముల ఛాయాచిత్రములునుగూడ సమాన వైశాల్యములుగల వృత్తములుగనే యుండునుగాని వాని తీక్షణతలలో మాత్రము వ్యత్యాసముండును. ఈతీక్షణతల వ్యత్యాసములను కొలిచి, వాగదీప్తులను ప్రమాణనక్షత్రదీప్తితోపోల్చి, ఆనక్షత్రముల పరిమాణములను నిర్ణయింపవచ్చును.

పైరెండుపద్ధతులయందునుకూడ ఏనక్షత్రపరిమాణమును నిర్ణయింపవలెనో అనక్షత్రఛాయాచిత్రమును ప్రమాణనక్షత్రఛాయాచిత్రమును నొకేఛాయాచిత్రఫలకముపై ఒకదానిప్రక్కను మరియొకదానిని తీసి, ఆరెండింటిని పోల్చి, ఆనక్షత్రపరిమాణమును నిర్ణయింపుడు. ఇక సాధారణముగా సంవత్సరమం దన్ని సమయములందును గోచరమగునట్టియు,

ఆకాశముతో ఇంచుమించు ఒకేయైర్తున నెల్లప్పుడు నుండునట్టియు సక్షత్రములను ప్రమాణసక్షత్రములుగా నెన్నుకొందురు. అంతే గాక సామాన్యముగా నొకసక్షత్రమును ఇంచుమించు దానితో సమానపరిమాణముగల ప్రమాణసక్షత్రము కోనే నొల్పుదును. అందుచేత వేర్వేరు పరిమాణములుగల ప్రమాణసక్షత్రములనేకములు కావలసియున్నవి. ఇందులకై ఉత్తరఘనమునకు 2° లోపుననున్న 96 సక్షత్రములను విల్క్లెపర్వతవేధశాలవారి నెన్నుకొనిరి.

దూరము

సక్షత్రముల దృశ్యపరిమాణములు వానియధార్థపరిమాణములనుబట్టియును, భూమినుండి వానిదూరములనుబట్టియును ఉండునని గ్రహించితిమి. భూమికి సక్షత్రములకునుగల దూరములు కొన్ని కోటలమైళ్ళుండును. భూమికి మిక్కిలిచేరువగునున్న సక్షత్రము సూర్యుడు. భూసూర్యుల నడిమిదూరము రమారమి 9,30,05,000 మైళ్ళు. సూర్యునితరువాత భూమికిదగ్గరగానున్న సక్షత్రము ప్రోక్సిమా సెంటారీ. భూమినుండి దానిదూరము సుమారు 25,00,000,00,00,000 మైళ్ళు. సక్షత్రములందెల్ల ఎక్కువకాంతిగల సిరియస్ సక్షత్రము భూమికి రమారమి 51,00,000,00,00,000 మైళ్ళదూరముననున్నది. సూర్యునకును భూమికిని గలదూరము తొమ్మిదికోట్ల ముప్పదిలక్షల అయిదువేలమైళ్ళు వ్రాయుటయును, చదువుటయును అంత కష్టముగాదు. కాని ప్రోక్సిమా సెంటారీ సక్షత్రము భూమికి ఇరువదిమైలులక్షలకోట్ల మైళ్ళదూరముననున్నదనినచో, ఆ

యొకేసు వ్రాయటయను, చదువుటయనుకూడ కొంచెము కష్టమే. అందుచేత చాలదూరమందున్న సభోమూర్తుల దూరములను వెలిబుచ్చుటకై మైశ్మకంతు పెద్దదైన ఏకాంకము నేర్పరచుకొని సచో నుపయుక్తముగా నుండును. అందులకై కాంతిసంవత్సరము, పేర్ సెక్ అనురంభ ఏకాంకములను శాస్త్రజ్ఞులు ప్రవేశపెట్టిరి. అవిరంభనుకూడ మిక్కిలి హెచ్చు పరిమాణముగలవే.

కాంతికిరణ మొకసంవత్సరకాలములో నెంతదూరము ప్రయాణముచేయునో దానికి కాంతిసంవత్సర మనిపేరు. ఈ ఏకాంకము $1,86,000 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365$ అనగా సుమారు 6,00,000,00,00,000 మైశ్మకు సమానము. ఈ ఏకాంకములలో చెప్పినట్లును ప్రోక్సిమా సెంటారి భూమికి 4.3 కాంతి సంవత్సరములదూరములోను, సిరియస్ నక్షత్రము 8.7 కాంతిసంవత్సరముల దూరములోను నుండును.

పేర్ సెక్ ఏకాంకపు విలువ కాంతిసంవత్సర పరిమాణముకంటెనుకూడ హెచ్చు. ఒక పేర్ సెక్ 31.26 కాంతి సంవత్సరములకు సమానము. నక్షత్రములదూరములను వాని లంబనమునుబట్టి గణించెడు. భూమినుండి చూచినప్పుడొక నక్షత్రముయొక్క లంబనము 'p' సెకనులయినచో ఆనక్షత్ర దూరము $1/p$ పేర్ సెక్ లగును.

పై రెండు ఏకాంకములలోనుగాక ఒక్కొక్కరూ భూసూర్యుల మధ్యదూరము నొక యేకాంకముగా నేర్పరచుకొని ఆయేకాంకములోగూడ నక్షత్రముల దూరములను వ్యక్తపరచుచుండును.

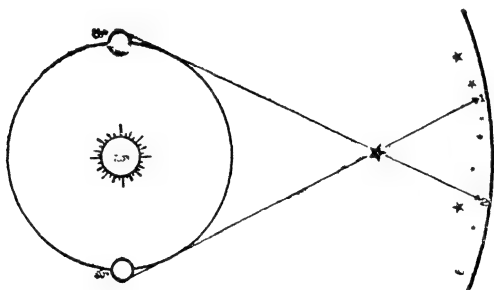
సత్యత్రముల దూరములను వానియందును నుభయ సాధారణముగా కనుగొనవలసి పైని పేర్కొనియున్నది. ఇక లంబనమననేమో భూమిగూర్చిన ప్రకరణములో వివరించితిమి. ఎనుకొగోడమీద నిట్టనిలువుగా నొకగీతను గీయుము. కుడిచేతితో పెన్నిలునొకదానిని పట్టుకొని, ఎడమకంఠినిమూసి, కుడికంటితో చూచినపుడు కుడికన్న, పెన్నిలు, గోడమీది గీతకూడ ఒకేరేఖయందండునట్లుగా పెన్నిలును పట్టుకొన్న చేతిని జూపుము. విమ్మట ఆచేతి నట్లే కమపడండ నుంచి, కుడికంటినిమూసి ఎడమకంఠిలో పెన్నిలును చూచినచో, గోడమీది గీత ననుసరించి, పెన్నిలు కుడ్చినప్పుడు ఒరి నట్లు కనపడను. ఇటు రెండుకన్నలును రెండవేక్షణస్థానములు. అవేక్షణస్థానమునందు వచ్చిన మాపునలన అవేక్షకవస్తువును పెన్నిలుస్థానములో దాని వెనుకభాగమందున్న గీతననుసరించి వచ్చిన స్థితివ్యక్తమైన మాపునే లంబనము అని పేర్కొందుము. కంటికి దగ్గరగా పెన్నిలును తీసికొని వచ్చి, పైవిధముగనే ప్రయోగమనొనర్చినచో పెన్నిలు ప్రక్కకు జరిగిన స్థితిపడు దూర మధికమగును. రెండు అవేక్షణస్థానముల మధ్యదూరము నకు పాదరేఖ యనిపేరు. దీనినిబట్టి పాద రేఖ పొడవు అధిక మైనకొలదియు లంబన మధికమగుననియును, అవేక్షణస్థానములనుండి అవేక్షితవస్తువుల దూరము తగ్గినకొలదియును కూడ లంబన మధికమగుననియును మనకు వ్యక్తమగును. ఈరీతిగా లంబనమునకును అవేక్షణస్థానములనుండి అవేక్షితవస్తుదూరము నకును, పాదరేఖపొడవునకును సంబంధముండుటచే, ఆఫలితము

సుపయోగించుకొని సక్షత్రదూరముల సరియైన కనకాశ మున్నది. అంబనము సుపయోగించుకొని సభోమూర్తుల దూర ములను కనుగొను పద్ధతికి 'లంబనపద్ధతి' లేదా 'ట్రయాంగ్యు లేషన్' పద్ధతి ఉపయోగపడును.

లంబనపద్ధతినిబట్టి భూమికిచేతువగానున్న చంద్రమణుని సభోమూర్తులదూరమును కనుగొనవలెనన్నచో భూమిమీద ఒకే రేఖాంశములో సుమారు 90 అంశలదూరమందున్న రెండు అవేక్షణస్థానములనుండి ఆసభోమూర్తి లంబనమును కొలిచి, దానినిబట్టి ఆమూర్తిదూరమును గణించును. కాని సక్షత్ర ములు భూమికి చాలదప్పున నుండుటచేత ఆయవేక్షణస్థానముల నుండియే సక్షత్రముల సవేక్షించినచో వానిస్థానములలో మా ర్చేమియు నుండదు. అందుచేత సక్షత్రములవిషయములో ఎక్కువపొగుపుగల పాద రేఖ కావలసియున్నది. అందుకుగాను భూకక్ష్యనే పాదరేఖగా సుపయోగించుకొని ఒకేఅవేక్షణశాల నుండి సరిగా ఆయనెలల కాలవ్యవధిలో సక్షత్రముల దిశలను కొలిచి, వాని లంబనమును కనుగొందును. ఈరీతిగా భూకక్ష్య సుపయోగించుకొనుటవలన పాదరేఖ నిడివి రమారమి 18,60,00,000 మైళ్ళు ఉండును. ఇంతకంటె ఎక్కువపొగుపు గల పాదరేఖను మనము పడయలేము.

18,60,00,000 మైళ్ళ నిడివిగల పాదరేఖ చివరలనుండి సక్షత్రముల సవేక్షించినను వానిస్థానములో నెక్కువమార్పు రాదు; అత్యల్పమైన లంబనమును మాత్రమే అవి ప్రదర్శించును. 1 సెకను లంబనమును కలిగి యున్న సక్షత్రములుకూడ నేమియులేవు. అందుచేత సక్షత్రముల లంబనమును కొలు

చుటవై మిక్కిలి సుగ్రాహ్యమైనపరికరము లననరము. ఇటీవల వరకును అట్టి సుగ్రాహ్యమైనపరికరముల ద్వారమున కంక్షిహో నవేక్షించి నక్షత్రముల లంబనమును కనుగొనుచుండెడివాడు గాని ప్రస్తుతము ఛాయాచిత్రగ్రహణస్థితియొక్కవగా వాడుక యందున్నది. ఈస్థితియందు కొన్ని నెలల కాలవ్యవధిలో— తరచుగా ఆరునెలల కాలవ్యవధిలో— నక్షత్రముల ఛాయాచిత్ర ములనుతీసి, ఒకప్రత్యేకరకపు సూక్ష్మదర్శినితో వాని ననుశీ లించుదు. ఆయనుశీలనమునందు చాలనక్షత్రముల స్థానములలో నెట్టిమార్పును గోచరముకాదుగాని మిక్కిలి



38 వ చిత్రము

ఒక అవేక్షణస్థానమునుండి చూచినపుడు భూమికి దూరముగానున్న నక్షత్రములనుబట్టి దర్శరగానున్న యొకనక్షత్రముమొదట 1 అను తావునను, ఆరునెలల తరువాత 2 అను తావునను ఆకాశములో కనిపించును. దూరముగా నున్న నక్షత్రమునుబట్టి దర్శరగానున్న నక్షత్రస్థానములో వచ్చినట్లు కన పడిన యీ మార్పునకే లంబనము అని పేరు.

తక్కువసంఖ్యగల నక్షత్రముల స్థానములలో అత్యల్పమైన మార్పు వ్యక్తమగును. స్థానమునందు మార్పులేని నక్షత్రము

లనుబట్టి స్థానభ్రంశము నొందిన స్త్రీగపడుచున్న నక్షత్రముల స్థానస్థితిపరిమాణమును కొలిచి, దాని లంబనమును గణించిరి. లంబన, పాదదేఖల పరిమాణములు తెలిసినచో నక్షత్రముల దూరములను గణించి, కనుగొనవచ్చును.

లంబనస్థాని నక్షత్రములదూరములను కనుగొనుట చాలాసమానకరమైన విషయము. 5, 6 నాస్తి కొలతలను తీసికొనినచేగాని యొకనక్షత్రంబునమును సరిగా నిర్ణయింపలేము. ఒక కొలతలను మరియొకకొలతలను ఇంచుమించు ఆనవెలలవ్యవధి అవసరముకాబట్టి ఈ 5, 6 కొలతలను తీసికొనుటకు ఇంచుమించు 2, 3 సంవత్సరములు పట్టును. 1947 వ సంవత్సరమునకు రమారమి 5,000 నక్షత్రములదూరములను లంబనపద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయించిరి. మరికొన్ని నక్షత్రముల దూరములనుకూడ నీపద్ధతిని కనుగొనుటకు వీలులేకపోలేదు. ఈ 5,000 నక్షత్రములలోను 633 నక్షత్రములు భూమికి 65 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందాన్నవి.

ఘనపరిమాణములు

నక్షత్రముల యధార్థపరిమాణములు నక్షత్రముల ఘనపరిమాణములనుబట్టియును, వాని తాపక్రమములనుబట్టియునుండునని గ్రహించితిమి. నక్షత్రము లన్నింటి యధార్థపరిమాణములు సమానముగా లేవనిగూడ తెలిసికొంటిమి. అందుచేత సూర్యునికంటె అధికదీప్తిమంతములైన నక్షత్రముల ఘనపరిమాణములు సూర్యునితోఘనపరిమాణముకంటె పెక్కుమగనున్నవాయును ప్రశ్న ముదలుంచును.

నక్షత్రములవ్యాసములను రెండువిధములుగా కనుగొనవచ్చును. (1) ప్రత్యక్షవిధానము ; (2) పరోక్షవిధానము. ప్రత్యక్షవిధానము : హెచ్చుఅధికీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినితో నొకగ్రహమును గాని సూర్యుని గాని యవేక్షించి నవో అపి బింబరూపమున నగపడును. ఆబింబముల కోణీయ వ్యాసములను సులువుగా కనుగొనవచ్చును. కాని ఎంత హెచ్చు అధికీకరణసామర్థ్యముగల దూరదర్శినితో చూచిననుకూడ నక్షత్రములు చుక్కలుగనే గోచరించును. అందుచేత దూరదర్శినితో నవేక్షించి నక్షత్రముల కోణీయవ్యాసములను కనుగొనుట సాధ్యముగాదు. అందులకై యెక్కువగా నుపయోగపడునది ఇంటర్ ఫెరోమీటర్ అను పరికరము. ఈపరికరముతో నైనను కొంతపెద్దనక్షత్రముల వ్యాసములను మాత్రమే కొలుచుట కవకాశమున్నది. ఇంతవరకు నీపరికరముతో 12 నక్షత్రముల కోణీయవ్యాసములను శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. భూమినుండి ఆనక్షత్రముల దూరములు తెలిసినవో వాని దైర్ఘ్యవ్యాసములను లెక్కగట్టి కనుగొనవచ్చును. ఈలెక్కలవలన నీనక్షత్రముల వ్యాసములు సూర్యుని వ్యాసమునకు 12 నుండి 450 రెట్లవరకు నున్నవని తెల్లవైనది.

ఇంటర్ ఫెరోమీటర్ తో ఇంతవరకును కొలిచిన నక్షత్రములన్నియు చాలపెద్దవి. వీనిలో మిక్కిలి చిన్నదనుకొన్నది కూడ సూర్యునికంటె కొన్ని రెట్లు పెద్దదే. కాని నక్షత్రములలో చాల చిన్నవికూడ అనేకము లున్నవి. వానితో గ్రాహవృద్ధిక్షయతారల వ్యాసములను వాని దీప్తిని సూచించురేఖలనుబట్టి

కనుగొందురు. ఈరీతిగా నరసినశలితములనుబట్టి సాధారణ ముగా సీతక్షత్రముల వ్యాసములు సూర్యనివ్యాసములో $\frac{1}{3}$ నంగు. ఉండునని విశదమైనది.

పరోక్షవిధానము : పైని పేర్కొన సత్యక్షవిధాన ముచే వ్యాసములను కనుగొనిన సక్షత్రములసంఖ్య చాల తక్కువ. సక్షత్రములలో పెక్కింటి వ్యాసములను పరోక్షవిధానములచేతనే కనుగొనినాము. ఒకసక్షత్రముయొక్క దృశ్యదీప్తి భూమినుండి దాదూరమునుబట్టియును, దాని ఘనపరిమాణ తాపక్రమములనుబట్టియు నుండునను అంశముపై సాధారపడి పైవిధానమున్నది. సక్షత్రతాపక్రమమును దానివర్ణమాలా సాహాయ్యమునను, దాని దూరమును లంబనమును బట్టియును, దానిదృశ్యదీప్తి ఛాయాచిత్రగ్రహణస్థితివలనను కనుగొన నచ్చును కదా ! ఈరీతిగా సక్షత్రతాపక్రమమును, దూరమును దృశ్యదీప్తిని తెలిసికొనినవిమ్మట లెక్కగట్టి దానివ్యాసమును బడచునచ్చును.

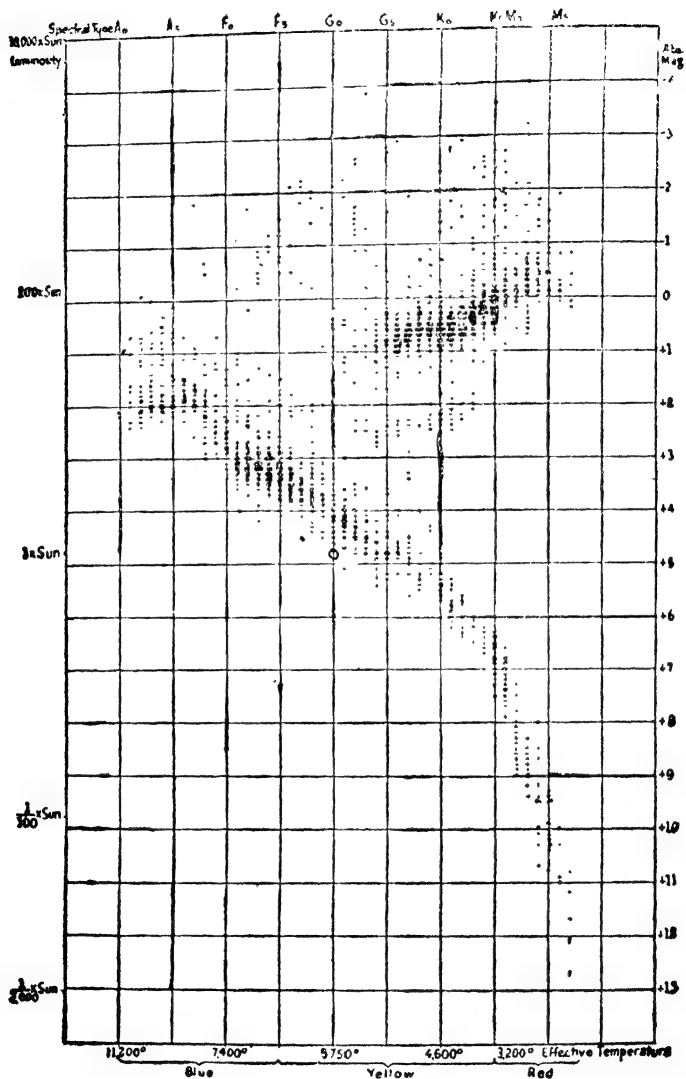
ఈవిధముగా గావించిన సాశోధనలవలన సక్షత్రములలో సాధికసంఖ్యాకములు ఇంచుమించు సూర్యనివ్యాసమంత వ్యాసమునే కలిగియున్నవని వ్యక్తమైనది. కాని సూర్యనికంటె పెక్కు లెక్లు పెద్దవి, పలుమడుగులు చిన్నవికూడ సక్షత్రములలో కొన్ని లేకపోలేదు. ఛామానెన్నుసక్షత్రవ్యాసము సూర్యని వ్యాసములో $\frac{9}{1000}$ వ నంగు మాత్రమే యున్నది. ఆసక్షత్ర మించుమించు భూగోళమంత యుండును. ఇంతవరకు నవే క్రితమైన సక్షత్రములలో అదియే మిక్కిలి చిన్నది. ఇక

బీటల్ గాజ్, ఆంటారెస్ వంటి కొన్ని సక్షత్రములు సూర్యుని కంటే కొన్ని వేల రెట్లు పెద్దవి. సూర్యుని వ్యాసమునకు బీటల్ గాజ్ సక్షత్రవ్యాసము 300 రెట్లును, ఆంటారెస్ సక్షత్రవ్యాసము 478 రెట్లును నున్నవి.

సక్షత్రవర్గములు

సక్షత్రముల అక్షణములు వాని వర్ణమాలలవలన వ్యక్తమగును కదా ! సక్షత్రముల వర్ణమాలావర్ణములకును, వాని తాపక్రమములకును నెట్టి సన్నిహితసంబంధమున్నదో వెనుకటి ప్రకరణములలో వివరించియుంటిమి. ఇరువదియవ శతాబ్ది ప్రారంభదశాబ్దములలో హెర్బ్స్ట్రంగు, రస్సెల్ అను శాస్త్రజ్ఞులు సక్షత్రములవర్ణమాలావర్ణములకును, సక్షత్రముల యథార్థదీప్తులకును గల సంబంధము సరయుటకై ప్రయత్నించి ఒక విచిత్రవిషయమును కనుగొనిరి. దానిని గూర్చి తెలిసి కొనుటకు ప్రయత్నింతము.

సక్షత్రములవర్ణమాలావర్ణమును x - అక్షముపైను, వాని యథార్థదీప్తి పరిమాణమును y - అక్షముమీదను ఏర్పరచి, వర్ణమాలావర్ణమును, యథార్థదీప్తి పరిమాణమునుబట్టి యొక్కొక్క సక్షత్రము నొక్కొక్క చిందువుచేత నిరూపించినచో, 39 వ చిత్రములో చూపినమాదిరి చిత్రమేర్పడును. ఇట్టిదానికి రస్సెల్ చిత్రమని పేరు. రస్సెల్ చిత్రానుశీలనము వలన మనకు వ్యక్తమగు ముఖ్యవిషయము B వర్ణమునుండి M వర్ణసక్షత్రములను చేరుకొనుసరికి సాధారణముగా వాని యథార్థదీప్తి క్రమముగా క్షీణించుట. సక్షత్రములలో సధిక



39 వ చిత్రము — రస్సెల్ చిత్రము

సంఖ్యాకము లేనిదముగా నుండునవియే కాని K వర్గమునకు (నారంగవర్ణ సక్షత్రములు) చెందిన సక్షత్రములు కొన్నియును, M వర్గమునకు చెందిన సక్షత్రములు కొన్నియును ఈవర్ణాభిసంసరించుటలేదు. ఈవర్ణాభిసంసరించుటలను దానికంటె సుమారు 100 రెట్లు ఎక్కువదీసి అవి వెలుగొందుచున్నవి. ఇక B, A తరగతులకు చెందిన కొన్ని సక్షత్రములు మాత్రము, పైపద్ధతి ననుసరించియుండువలసిన దానికంటె చాలతక్కువ యధార్థదీప్తి మాత్రమే కలిగియున్నవి.

B వర్గమునుండి M వర్గమునకు పోయినకొలదియు సక్షత్రముల యధార్థదీప్తి క్షీణించుటగో విచిత్రమేమియును లేదు. అది సహజమే. సక్షత్రము లన్నియును ఇంచుమించు సమాన ఘనపరిమాణములనే కలిగియున్నచో అల్పతాపక్రమములను కలిగిన సక్షత్రములు తక్కువ యధార్థదీప్తినే కలిగియుండును. కాని M వర్గసక్షత్రములు ఎక్కువతాపక్రమమును కలిగియుండుకపోయినను వానిలో కొన్నింటి యధార్థదీప్తులు అత్యధికమై యుండుటవలన వాని ఘనపరిమాణములు చాల హెచ్చనియును, B వర్గమునకు చెందిన సక్షత్రముల తాపక్రమము అధికమేమైనను వానిలో చాలతక్కువసంఖ్యగల సక్షత్రముల యధార్థదీప్తులు అత్యల్పముగాన అవి అత్యల్పఘనపరిమాణములను కలిగియున్నవనియును మనము భావించవచ్చును. సక్షత్రముల వ్యాసములను ప్రత్యక్షముగా కొలుచుటవలనకూడ వాని ఘనపరిమాణములలో వ్యత్యాసము లున్నవని వ్యక్తమైనది. కాబట్టి పైరీజిగా అరసిన ఫలితము తప్పుకాదని వ్యక్తమగును.

అందుచేత ఇంచుమించు సరాసరి ఘనపరిమాణమును కలిగి యుండి, B వర్ణమాలావర్ణమునుండి M వర్ణమాలావర్ణమునకు పోవుసరికి క్షీణించుచున్న యథాదీప్తి కలిగిన నక్షత్రముల సంఖ్య చాల హెచ్చనియును, K, M వర్ణమాలావర్ణముల నక్షత్రములలో కొన్ని అధికఘనపరిమాణయుతములై అధిక దీప్తి కలిగియున్నవనియును, B వర్ణమాలావర్ణమునకు చెందిన నక్షత్రములలో అల్పదీప్తిమంతములై అల్పఘనపరిమాణములను కలిగియున్నవి కొద్దిగానున్నవనియును మనకు స్పష్టమగును. ఈమూడు తరగతులకును చెందిన నక్షత్రములలో సరాసరి ఘనపరిమాణమును కలిగియున్న నక్షత్రములకు ప్రధానశ్రేణి తారలనిపేరు. మిగిలిన రెండుతరగతులలోను K, M వర్ణ మాలావర్ణములకు చెంది ఎక్కువ ఘనపరిమాణమును కలిగి యున్నవాని బృహత్తారలనియును, తక్కువ ఘనపరిమాణ మును కలిగిన B వర్ణమాలావర్ణ నక్షత్రములను శ్వేతవామన తారలనియును పేర్కొందురు. బృహత్తారలకంటె అధిక దీప్తి మంతములను, అధిక ఘనపరిమాణయుతములను నగు నక్షత్ర ములు కొన్నియున్నవి. వానికి మహాబృహత్తారలని పేరు.

నక్షత్రములను వామనతారలు, బృహత్తారలు అని మొదట వర్గీకరించుట వానిఘనపరిమాణములనుబట్టి జరుగలేదు. 1905 లో హెర్బుస్పింగ్ శాస్త్రజ్ఞుడు ఎరువురంగు తారల విషయమై గావించిన యనుశీలనముసందే ఎక్కువ దీప్తికలవి, తక్కువదీప్తికలవి మాత్రమేగాని నడిమివిలువనుకలిగియున్నవి తారలోలేవని వ్యక్తమైనది. కాబట్టి ఎక్కువదీప్తికల తారలను

బృహత్తారలనియును, తక్కువదీప్తికల తారలను వామన తారలనియును ఆయన పేర్కొనెను. ఈరీతిగా తారలదీప్తినిబట్టి గావించిన విభజన కనుగుణముగనే వాని ఘనపరిమాణములు కూడ నున్నట్లు పిమ్మట వ్యక్తమైనది.

శ్వేతవామనతారలు : ఇంకవరకును శాస్త్రజ్ఞులు పరిశీలించిన నక్షత్రములలో శ్వేతవామనతారలసంఖ్య చాల తక్కువ. వీనిలో ముఖ్యముగా పేర్కొనవలసినది ఫాన్ మా నెస్సె నక్షత్రము. దీనివ్యాసము ఇంచుమించు భూవ్యాసమంత యుండును. సిరియస్ నకు సహచరనక్షత్రమైన సిరియస్ B యును, ఎరిడానీ B యును మరిరెండు ముఖ్యమైన శ్వేతవామనతారలు. సిరియస్ B నక్షత్ర ఘనపరిమాణము భూఘన పరిమాణమునకు కొద్దిగా హెచ్చుగానుండిన నుండవచ్చును గాని దాని ద్రవ్యరాశిమాత్రము భూద్రవ్యరాశికి రమారమి 3,00,000 రెట్లున్నది. దీనినిబట్టి శ్వేతవామనతారల ఘనపరిమాణములు అత్యల్పములేమైనను వాని సాంద్రతలుమాత్రము అత్యధికములని మనకు వ్యక్తమగును. ఈతారల యుపరితల తాపక్రమమకూడ హెచ్చుగనేయుండును. అందుననే యవి తెల్లనికాంతిలో ప్రకాశింపగలుగుచున్నవి. శ్వేతవామనతారల ఘనపరిమాణములు తక్కువగుటవలన వానిదీప్తి మిక్కిలి తక్కువగనుండును. అందుచే వాని నవేక్షించుట కడుదుర్లభము. శ్వేతవామనతారలలో మొదట నవేక్షితమైనది సిరియస్ B. అది 1915 లో కనుగొనబడినది. ఆతరువాత ఏడుసంవత్సరములకుగాని మరియొక శ్వేతవామనతార కనుగొనబడలేదు.

శ్వేతవామనతారలను కనుగొనుటకై 1927 వ సంవత్సరము నుండియు నొక క్రొత్తపద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞులనుసరించుచున్నారు. తత్ఫలితముగా రమారమి 20 సంవత్సరముల కాలములో సుమారు 80 శ్వేతవామనతారలను వారు కనుగొనగలిగిరి.

బృహత్తారలు : నక్షత్రముల వర్ణమాలావర్ణములకును వాని యుద్ధాభిప్రాయములకును గల సంబంధమును నిరూపించు చిత్రములో ప్రధానశ్రేణితారల కొకనైనను మూలలో శ్వేత వామనతారలును, వానికెరుకగానున్న మూలలో బృహత్తారలును నుండును. అందుచేత బృహత్తారలలక్షణములు శ్వేత వామనతారలలక్షణములకు పూర్తిగా విరుద్ధముగానుండునని చెప్పవచ్చును. బృహత్తారలు అత్యల్పమైన సాంద్రతగలవి; కాని వాని ఘనపరిమాణములు చాలపెంచుచు. ప్రధానశ్రేణితారల ఘనపరిమాణములకంటెను కూడ వీని ఘనపరిమాణము లధికమే. కొన్ని వేలసూర్యులను చేర్చినచో ఇంకొకటి తార యొకటి యేర్పడును. ఈతారల యుపరితలతాపక్రమములు శ్వేతవామనతారల యుపరితలతాపక్రమములకంటెను, ప్రధాన శ్రేణితారల యుపరితలతాపక్రమములకంటెను కూడ చాల తక్కువ. అందువలన వీని యుపరితలములందు ప్రతి చతురపు సెంటీమీటరు భాగమునుండియు ప్రసరితమగుకాంతి చాల తక్కువగనుండును. వీని యుపరితలతాపక్రమములు తక్కువగుటవలన నివి ప్రసరించుకాంతి సాధారణముగా ఎరుపు రంగుగా నుండును. అందుచేతనే వీనికి బృహదారుణతారలను నామ మేర్పడినది. బీటల్ గాజ్, ఆంటారెస్, ఒమిక్రాన్ సిటి

మున్నగునవి యీతరగతి తారల భద్రాహరణములు. సూర్య గోళమునపరిమాణమునకు బీటల్ గాజ్ సక్షత్రమునపరిమాణము సుమారు 200 లక్షలరెట్లును, ఆంటారెస్ సక్షత్రమునపరిమాణము 1100 లక్షలరెట్లును నుండును.

సాధారణశీతారాలు : సక్షత్రములలో నూటికి 80 వాళ్ళీచగ్గమునకు చెందినవి. వీరి ఘనపరిమాణములు శ్వేతవామనతారల ఘనపరిమాణములంత తక్కువయునుగాక, బృహదాదులతారల ఘనపరిమాణములంత యెక్కువయునుగాక సామాన్యముగా సూర్యుని ఘనపరిమాణమంత పరిమాణమును గలిగియుండును. ఈతారల ద్రవ్యరాసులలోను, ఉపరితల తాపక్రమములలోను కొన్ని వ్యత్యాసములున్నవి. ఈవ్యత్యాసములనుబట్టియే వాని వర్ణమాలావర్ణములలోను, అవి ప్రసరించుకాంతిలవర్ణములలోను తేడాలుకలుగుచున్నవి. నీలికాంతిలో తేజరిల్లు సక్షత్రములనుండి శోణవర్ణములో ప్రకాశించు సక్షత్రములవరకును వీరియందున్నవి. ఈవర్ణమునకు చెందిన తారలలో ఎక్కువసాంద్రమైనవి నీలితారలు ; తక్కువసాంద్రమైనవి ఎరుపుతారలు.

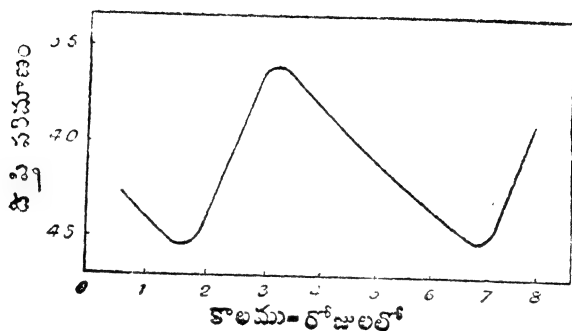
వృద్ధిక్షయతారలు

సక్షత్రముల సనుశీలించినయెడల సాధారణముగా నవి యన్నియు హెచ్చుతగ్గులులేని దీప్తితో ప్రకాశించుచున్నట్లు గోచరించును. కాని కొన్ని సక్షత్రముల దీప్తులు మాత్రము ఎల్లప్పుడును సమానముగానుండక, ఏర్పాయముగా హెచ్చుచు తగ్గుచు నుండును. ఇట్టి సక్షత్రములకు వృద్ధిక్షయతార లని

పేస. వృద్ధిక్షయతారల దీప్తులలో నచ్చుమాపులు అన్నిటి యందును సమానముగా నుండవు. కొన్నింటిలో నీ మాపులు లేవు. చ. తప్పకుండ ఒక నియమము ననుసరించి జరుగును ; మఱికొన్నింటిలో నామాపు పూర్తిగా క్రమరహితము. ఇక కొన్ని నక్షత్రములు అత్యల్పదీప్తిమంతములై యున్నవి యొక్క సారిగా అధికదీప్తిని పొంది, ఆదీప్తితో కొంతకాలము తేజరిల్లి, పిమ్మట ఆదీప్తిని గోల్పోయి మరుగుబడిపోవును. ఈరీతిగా వృద్ధిక్షయతారలదీప్తులందు సంభవించునట్టి మాపులనుబట్టి హార్వర్డు విశ్వవిద్యాలయాచార్యుడు డాక్టరు పిక్కర్ల వానిని 5 తరగతులుగా విభజించెను. (1) సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు, (2) దీర్ఘవ్యవధి వృద్ధిక్షయతారలు, (3) గ్రాహివృద్ధిక్షయ తారలు, (4) క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలు, (5) నూతనతారలు అని ఆతరగతులకు పేర్లు. వీనిలో సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలును, దీర్ఘవ్యవధివృద్ధిక్షయతారలును, గ్రాహివృద్ధిక్షయతారలును నియత క్రమములో వృద్ధిక్షయములనుపొందు తారలు. అందుచే వీనిని ఆవృత్తి వృద్ధిక్షయతారలని పేర్కొందురు. క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలును, నూతనతారలును నియమరహితముగా వృద్ధిక్షయమును పొందును. తన్మూలమున వీనికి ఆవృత్తరహితవృద్ధిక్షయతారలను నామ మేర్పడినది.

సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు : సిఫియస్ నక్షత్రరాశిలోని డెల్టానక్షత్రమొక విలక్షణమైన వృద్ధిక్షయతార. దీని ముఖ్య లక్షణము రమారమి 24 గంటల కాలములో గరిష్ఠదీప్తినిపొంది, ఆ తరువాత సుమారు 4 దినములకాలములో క్రమముగా కనిష్ఠ

దీప్తిని బడయుట; అనగా దానిదీప్తి వేగముగావృద్ధిచెంది నెమ్మదిగా క్షీణించును. ఈరీతిగా రెండుపరిసరగరిత్యదీప్తుల మధ్యవ్యవధి



40 వ చిత్రము

సిఫియైవృద్ధిక్షయతార (డెల్టాసిఫియై) దీప్తిరేఖాపటము

5.37 దినములుండును. ఈవ్యవధిని ఆనక్షత్రముయొక్క ఆవర్తనకాలమని మనము పేర్కొనవచ్చును. ఈఆవర్తనకాలములోమాత్రమేన్నడును ఈషణ్మాత్రమైనను తేడారాదు. ఇట్లు నియమబద్ధమైన తక్కువ ఆవర్తనకాలములుగల తారలకు సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలనిపేరు. వాని కా పేరు డెల్టాసిఫియై నక్షత్రమువలననే వచ్చినది.

సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలలో నన్నింటి యావర్తనకాలములును సమానపరిమాణమును కలిగియుండవు. కొన్నిగంటలు మొదలు 50 దినములవరకును ఆవర్తనకాలములుగల తారలు వీనియందున్నవి. ఈవిధముగా ఆవర్తనకాలములలో గల వ్యత్యాసములనుబట్టి తారాపుంజ వృద్ధిక్షయతారలు, పురాణ

వృద్ధిక్షయతారలు అని సిఫియై వృద్ధిక్షయతారలను రెండువర్గములుగా విభజించిరి. తారాపుంజవృద్ధిక్షయతారలలోని వృద్ధిక్షయతారల సరాసరి ఆవర్తనకాలము 0.56 దినము లుండును. వీనిలో హెచ్చుభాగము గోళాకారసక్షత్రసమూహములందే యుండుటవలన తారాపుంజవృద్ధిక్షయతారలను పేరు వీని కేర్పడినది. వీనిలో వ్యక్తికంటె కగపప సక్షత్రము లేమియును లేవు. పురాణవృద్ధిక్షయతారలు ఎక్కువ ఆవర్తనకాలముగల సిఫియై వృద్ధిక్షయతారలు. వీనిసరాసరి ఆవర్తనకాలము సుమారు 5.6 దినము లుండును. డెబ్బా సిఫియై, పొలారిస్ (ఉత్తర ధ్రువసక్షత్రము) ఇందు కుదాహరణములు. తారాపుంజవృద్ధిక్షయతారలకంటె పురాణవృద్ధిక్షయతారలు ఎక్కువ దీప్తిమంతములైనవి. వీనిలో వ్యక్తికంటె కనపడునవి అనేకములుగలవు.

సిఫియైవృద్ధిక్షయతారలు మొత్తముమీద ఎక్కువ దీప్తి కలిగినవి. వాని విచిత్రమైన యొకలక్షణము ఆవర్తనకాల మధికమైనకొలదియు వాని యధార్థదీప్తి లేదా సరాసరిదీప్తి అధికమగుట. 1 దినము ఆవర్తనకాలముగల సిఫియై వృద్ధిక్షయతార సరాసరిదీప్తి సూర్యునిదీప్తికి 100 రెట్లుండును. 10 దినములు ఆవర్తనకాలముగలది సూర్యునికంటె 1000 రెట్లు దీప్తి మంతముగానున్నది. ఈవిషయమును హార్వర్డు విశ్వవిద్యాలయ మునకు చెందిన లీవిట్ అను యువతి 1912 లో కనుగొనెను. ఆతరువాత కొన్ని సిఫియైవృద్ధిక్షయతారల దూరములను కనుగొని, వాని యధార్థదీప్తులను కట్టి ఆవర్తనకాలములకును, యధార్థదీప్తులకును గల సంబంధమును నిరూపించు రేఖాపట

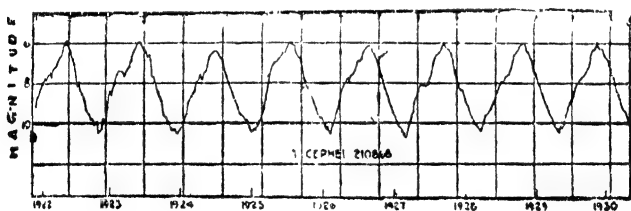
మును పేర్కొన్నట్లుగాని బడసెను. వీరైనాక సిస్తియైవృద్ధిక్షయ
తార యూవస్తానకాలము తెలిసినచో, నాకేభావటసాహాయ్య
మున దాని యథార్థదీప్తిని, దానినిబట్టి దానిదూరమును
కనుగొనవచ్చును. బహులాప్తకన్యాలాల దూరములను
కొనుచుటకు చక్కసాధనములుగా సిస్తియైవృద్ధిక్షయతారలను
హబుల్ విజ్ఞాని యుపయోగించెను.

సిస్తియైతారలదీప్తి వృద్ధిక్షయములను పొందుటకుగల
హేతువులనుగూర్చి పలువురుశాస్త్రజ్ఞులు పలురీతుల యూహం
చిరి గాని వారిలో పేష్లే, స్టిమ్మింగ్విజ్ఞానులు ప్రతిపాదించిన
స్పందనసిద్ధాంతమే పెక్కుర కంగీకారమైనది. ఈసక్షత్రములు
పర్యాయముగా సంకోచమును వ్యాకోచమును పొందుచున్నవని
వారూహించిరి. సక్షత్రము వ్యాకోచించినపుడు దాని ఉపరితల
వైశాల్య మధికమై, దానినుండి విక్రీమగు మొత్తముకాంతి
కూడ అధికమగుటచేత అది యెక్కువదీప్తితో వెలుగొందును.
ఇక ఆసక్షత్రము సంకోచించినపుడు దాని ఉపరితలవైశాల్యము
తక్కువగుటవలన దానినుండి విక్రీమగు మొత్తముకాంతికూడ
తగ్గి, దానిదీప్తి క్షీణించును.

సిస్తియైవృద్ధిక్షయతారలు సంకోచవ్యాకోచములను
పొందినపుడు వాని వ్యాసములలో రమారమి నూటికి 10, 15
పాళ్ళు మాపువచ్చును. మరియును సక్షత్రము సంకోచమును
పొందినపుడు దాని అంతస్తాపక్రమమధికమై, వ్యాకోచమును
పొందినపుడది తగ్గును. ఈరీతిగా వాని తాపక్రమమండు
వచ్చునట్టి మాపు వేలజిగ్రీలలో నుండును. తాపక్రమమండు

సంభవించునట్టి యీమాటప్పున కనుగుణముగా వాని వర్ణమాలలందు మాట్టు జనించును. కాని సిఫియైవ్యుధ్విక్షయతారలు చాల దర్శననుండుటచేత వాని యన్నింటి వర్ణమాలలను తీసి పరిశీలించుటకు వీలుచిక్కకున్నది. ఇంతవరకు రమారమి 155 సిఫియైవ్యుధ్విక్షయతారల వర్ణమాలలనుమాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులు తీయగలిగిరి.

దీప్తవ్యవధి వ్యుధ్విక్షయతారలు : సిఫియైవ్యుధ్విక్షయతారల ఆవర్తనకాలము కొన్నిగంటలు మొదలు కొన్ని దినములవరకు మాత్రమే యుండును. కాని కొన్నిసంవత్సరముల ఆవర్తనకాలములుగల వ్యుధ్విక్షయతారలుకూడ సనేకములున్నవి. కొద్దితేడాలున్నను, వీని ఆవర్తనకాలములకూడ ఒక క్రమము ననుసరించియే యుండును. ఎరుప్రరంగు తారలలోను, బృహత్తారలలోను ఇటువంటి సక్షత్రములు కొన్ని యున్నవి. ఆర్. సర్పెంటిస్, టి. సిఫియై సక్షత్రములిందుకు



41 వ చిత్రము

దీప్తవ్యవధివ్యుధ్విక్షయతార (టి-సిఫియై) దీప్తిరేఖాపటము

మంచి దర్శనములు. ఆర్. సర్పెంటిస్ యొక్క ఆవర్తనకాలము 357 దినములు; టి. సిఫియైయొక్క ఆవర్తనకాలము 387 దినములు.

క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలు : కొన్ని తారల దీప్తులందుకులుగు వృద్ధిక్షయములతో నొక క్రమమేమియు నుండదు. అవి యెప్పుడు గరిష్ఠదీప్తిని పొందునో, గరిష్ఠదీప్తిని పొందినపుడే పరిమాణతారగా నవి తేజర్జిల్లునో మనము చెప్పలేము. ఈరీతిగా దీప్తియందు వృద్ధిక్షయములను పొందుటతో నొక క్రమము ననుసరించని తారలకు క్రమరహిత వృద్ధిక్షయతారలని పేరు. ఎక్కువరంగు నక్షత్రములతోనే గుల్కితారలకుకూడ మనకు ప్రత్యక్షమగును. బరయన్ రాశిలోని బీటల్ గాజ్ నక్షత్రము ఈరకముతారల కొక మంచి యుదాహరణము. ఈతరగతి తారల దీప్తులయందు వృద్ధిక్షయము లిట్లు క్రమరహితముగా జరుగుటకుగల కారణము శాస్త్రజ్ఞుల కింతవరకు పూర్తిగా ననగతిముకాలేదు. ఈనక్షత్రములపైన తక్కువ కాంతిమంతమైన మేఘము లున్నవనియును, ఈమేఘములానక్షత్రములకును మనకును సజీమికివచ్చినపుడు ఆనక్షత్రముల కాంతి తగ్గుననియును, అవి ప్రక్కకు పోయినపుడు ఆనక్షత్రము లధికదీప్తితో ప్రత్యక్షమగుచున్నవనియు నొక వాదమున్నది. ఈవాద మెంత వరకు సమంజసమైన దన్నది యొక పెద్దప్రశ్నము !

నూతనతారలు : వృద్ధిక్షయతారలతో మిక్కిలి విచిత్రమైనవి నూతనతారలు. ఒకవిధముగా నివియును నియతవ్యవధి లేని వృద్ధిక్షయతారలే. ప్రారంభమం దివి వృద్ధికంటికి కానరానియంత అల్పదీప్తిమంతములై యుండును ; ఆతరువాత హఠాత్తుగా నివి యధికదీప్తినిపొంది ఒక్కొక్కపుడు సిరియస్,

గురుకుల, శుక్రగురువంశి నాథోమూర్తుల కంటెనుకూడ హెచ్చు దీప్తితో కొంతకాలము ప్రకాశించి, పిమ్మట క్రమముగా తమ దీప్తిని గోల్పోయి, తిరిగి మరుగుపడిపోవును. నూతననక్షత్రముల ముఖ్యమైన లక్షణమిదియే. ఇట్టివి మరుగుపడిపోవుట తాత్కాలికమైనను కావచ్చును ; లేదా శాశ్వతమైనను కావచ్చును.

గతశతాబ్దములో నూతన నక్షత్రములను కొన్నింటిని శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించి రికార్డు చేసిరి. వానిలో ముఖ్యమైనది 1572 వ సంవత్సరము నవంబరునెలలో టైకోబ్రాహెయి వేక్షించినట్టిది. ఇది రెండునెలలలో రహస్యమి శుక్రని దీప్తి యంత దీప్తిని పొంది, పగటిసమయమునకూడ కనిపించినది. ఆవిధముగా నిది రహస్యమి 16 నెలల కాలము ప్రకాశించి, పిమ్మట అన్యథ్యమైనది. 1604 లో బసియూఖస్ రాశియంశాక నూతననక్షత్రమును క్లెర్క్ విష్నాని కనుగొనెను. టైకోబ్రాహెయి వేక్షించిన నూతననక్షత్రమంత కాకపోయినను గురుగ్రహదీప్తితో తుల్యమైన దీప్తి నిది పొందినది. ఈ శతాబ్దప్రారంభము నుండియును కేవలము వార్షికంగానో సవేక్షించి గాక ఛాయాచిత్రఫలకముపై ఛాయాచిత్రములను తీసి నూతననక్షత్రములను కనుగొను పద్ధతిని శాస్త్రజ్ఞు లనుసరించుచున్నారు. తత్ఫలితముగా ననేక నూతననక్షత్రము లిటీనలయవేక్షితములైనవి. 1900 ల సంవత్సరమునుండియు సవేక్షితములైన నూతననక్షత్రములలో మిక్కిలిదీప్తిమంతమైన వానిని 281 వ ఫుటలోని పట్టికను బట్టి తెలిసికొనవచ్చును.

పట్టిక

నూతన నక్షత్రము పేరు.	అవేక్షింపబడిన సంవత్సరము	గరిష్ఠ దృశ్యదీప్తి
నోవా పెర్సే	1901	0.2
నోవా లాసెర్టి	1910	4.6
నోవా జెమినోరమ్	1912	3.5
నోవా సగిట్టె	1913	7.2
నోవా ఏక్విలే	1918	1.1
నోవా లైరా	1919	6.5
నోవా బిస్యూఖై	1919	7.4
నోవా టెన్సి	1920	2.0
నోవా సిన్డిరిస్	1925	1.2
నోవా హెస్పెర్లిస్	1934	1.4
నోవా లాసెర్టి	1936	1.9
నోవా ప్యూసిస్	1942	0.4
నోవా కొరొనా బారియాలిస్	1946	3.2

నూతననక్షత్రములుకొత్తగా జనించిన నక్షత్రములని శాస్త్రజ్ఞులు ప్రారంభమున తలచుచుండెడివానుగాని యిటీవలి పరిశోధనలవలన నది సత్యముగాదని తెల్లమైనది. ఆకాశములో నూతననక్షత్రము ప్రత్యక్షమైనతావున అత్యల్పదీప్తిమంతమైన నక్షత్రముకంటె అంతకు ముందే యుండియున్నట్లు అనేకనూతన

సక్షత్రముల విషయములో స్పష్టమయ్యెను. 1934 లో హెక్టయిన్ రాశియం దగపడిన నూతనసక్షత్రము ఆదిలో 15 వ పరిమాణతారగా నుండెడిది. ఆతరువాత కొద్దిదినముల వ్యవధిలో 1.4 పరిమాణతారగా నది పరివర్తనమందినది. 1901 లో పెర్సియన్ రాశియం దగపడిన నూతనసక్షత్రవిషయమునకూడ నింతే. నట్టికంటి కగపడుటకు మూడుదినములకు పూర్వము 13 వ పరిమాణతారగా నదియుండెను. ఆ తరువాత ఇంచుమించు 3 దినముల కాలములో రమారమి 1,00,000 రెట్లు దీప్తినిపొంది, 0.1 పరిమాణతారగానది పెంపొందినది. ఆతరువాత సుమారు 18 నెలలకది ఆ యధికదీప్తిని గోల్పోయి, తిరిగి తన తొల్లింటి పరిమాణమునకు దిగజారినది. దూరదర్శినితో చూచినయెడల ఇప్పుడిది నది ఆకాశమం దామండలములో గోచరమగుచునేయుండును. 1942 లో గరిష్ఠదీప్తిని పొంది ప్యూసిన్ రాశియందు గోచరమైన నూతనసక్షత్రముకూడ గణనీయమైనదే. రమారమి 17 వ పరిమాణసక్షత్రమునుండి యనతికాలములో నది ప్రథమపరిమాణతారకంటెనుకూడ దీప్తిమంతమైన సక్షత్రముగా పరిణామము పొందినది. కాని ఆ గరిష్ఠదీప్తితో చాలకాల మది ప్రకాశింపలేదు. గరిష్ఠదీప్తిని పొందిన మరుచటిదినమునుండియే దానిదీప్తి తగ్గుట కారంభించినది ; ఒక నెలదినములలోనది ఆరవపరిమాణతారకంటెను తక్కువపరిమాణముగల తారగా మార్పునుపొంది, నట్టికంటికి ఆనడయ్యెను. అంతటినుండి దానిదీప్తియందు తగ్గుదల చాల తక్కువగనే యున్నది.

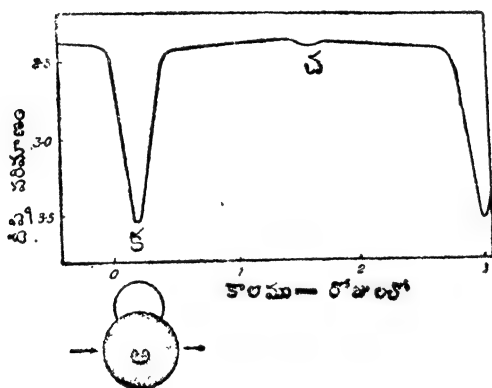
నూతననక్షత్రముల దీప్తియం వీరీధిగా అత్యధికమైన మార్పుచుట్టును గలకారణము శాస్త్రజ్ఞులకుకూడ పూర్తిగా స్పష్టముకాలేదు. నూతననక్షత్రగర్భమందు, ఏహేతువుచేతనో తెలియదు గాని, అత్యధిక పరిమాణమున ఉత్పన్నమయి జరిగియుండుననియును, ఈఉత్పన్నమనఫలితముగా సంభవించిన అత్యధికతాపక్రమమువలన ఆనక్షత్రమధికదీప్తిని పొందియుండుననియును శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు. నూతననక్షత్రములు అధికదీప్తిని పొందియున్న సమయములందు వానిని చుట్టియుండెడి వాయువుల వర్ణమాలలను దీసి చునుశీలించుట వలన, ఆవాయువులు సెకనునకు కొన్ని వందలమైళ్ళ వేగముతో ప్రయాణముచేయుచున్నట్లుల వ్యక్తమైనవి. అందుచేత నూతననక్షత్రములందు ఉత్పన్నమయిన సంభవించుచున్నవని భావించుట కవకాశముకలుగుచున్నది. గతిచ్యదీప్తిని పొందినతరువాత నూతననక్షత్రముల నవేక్షించినచో వానిని పరివేష్టించి అతి పలుచనైన ద్రవ్య మున్నట్లులను, ఆద్రవ్యము క్రమముగా వ్యాకోచమును, సడమనున్న నూతననక్షత్రముమాత్రము సంకోచమును పొందుచున్నట్లులను వ్యక్తమగును. నూతననక్షత్రగర్భమందు ఉత్పన్నమయిన జరుగుటచేతనే యవి అధిక దీప్తిమంతములయ్యెనను అభిప్రాయము నీ నిదర్శనముకూడ రూఢమొనర్చుచున్నది.

సాధారణముగా నూతననక్షత్రములన్నియును కంటికి ఆనని స్థితినుండి హఠాత్తుగా నొక్కసారి అత్యధికదీప్తినిబొంది, పిమ్మట క్రమముగా తమదీప్తిని గోల్పోయి, తిరిగి కంటికి ఆన

కుండ పోవును. ఆతరువాత మరిల నానక్షత్రము హెచ్చుదీప్తిని పొందదు. నూతననక్షత్రములన్నియు సామాన్యముగా నీ ప్రకృతినే కలిగియున్నను, కొన్నికొన్ని నూతననక్షత్రములు మాత్రము ఒకసారి గరిష్ఠదీప్తినిపొంది, తిరిగి దానిని గోల్పోయి, అటుతరువాత మరికొంతకాలమునకు తిరిగి అధికదీప్తినిపొంది, తిరిగి ఆదీప్తిని కోల్పోవుట.....కలదు. ఈవిధముగా రెండు మూడుసార్లు వానిదీప్తి వృద్ధిక్షయములను పొందును. ఇంత వరకు గిట్టినూతననక్షత్రములను మూడింటినిమాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులవేక్షించిరి. వీనికి పునరావృత్తనూతననక్షత్రములనిపేరు. 1896, 1933 సంవత్సరములలో గరిష్ఠదీప్తిని పొందిన ఆర్. ఎస్. ఒఫియూపై నక్షత్రమును, 1890, 1902, 1920, 1945 సంవత్సరములలో గరిష్ఠదీప్తిని పొందిన టి. షెక్సిడిస్ నక్షత్రమును ఇట్టివే.

నూతననక్షత్రములలో మిక్కిలి హెచ్చుదీప్తిని పొందిన వానిని 'సూపర్ నోవా' లని పేర్కొందురు. నూతననక్షత్రముల గరిష్ఠదీప్తి -9 పరిమాణనక్షత్రదీప్తికంటె ఎక్కువ యుండదు; సూపర్ నోవాల గరిష్ఠదీప్తి -12 నకు -16 నకును మధ్యపరిమాణములుగల నక్షత్రముల దీప్తులతో తుల్యముగ నుండును. వీనిదీప్తి కనిష్ఠపరిమాణమును పొందినపు డవి యేపరిమాణనక్షత్రముగ నుండునో యింతవరకు శాస్త్రజ్ఞులు తెలిసికొనలేకపోయిరి. నూతననక్షత్రములకును, సూపర్ నోవాలకును గల వ్యత్యాసము వాని గరిష్ఠదీప్తులకంటెనుకూడ వాని వర్ణమాలలందు హెచ్చుగా వ్యక్తమగును.

గ్రాహివృద్ధిక్షయతారలు : వృద్ధిక్షయతారలలో మరియొక తరగతికి చెందినవి గ్రాహివృద్ధిక్షయతారలు. వీని దీప్తులలో గోచరమగుచున్న వృద్ధిక్షయములు వాస్తవముగా వాని యధావృద్ధిప్తులలో కలుగుచున్న వృద్ధిక్షయములవలన సంభవించుటలేదు. భూసూర్యులకు నడుమగా కాంతిహీనమైన చంద్రుడు వచ్చినపుడు సూర్యుని దృశ్యదీప్తి యేరితిగా తగ్గుచున్నదో ఆరీతిగనే నక్షత్రములజంటలలో కాంతిమంతమైన యొకనక్షత్రము చుట్టును తిరుగుచున్న కాంతిహీనమైన నక్షత్రము అవేక్షకునకును, ఆకాంతిమంతమైన నక్షత్రమునకును



42 వ చిత్రము

గ్రాహివృద్ధిక్షయతార దీప్తిరేఖాపటము.

నడుమగావచ్చుట తటస్థపడినపుడు, కాంతిమంతమైన నక్షత్ర దీప్తిలో తగ్గుదల అభివ్యక్తమగును. అందుచేత నది వృద్ధిక్షయ తారగా గోచరమగును. పెర్సీయస్ రాశిలోని ఆల్గాల్ (బీటా

'పెర్'నై) సక్షత్రము గ్రాహ్యవృద్ధిక్షయతారలకు విలక్షణమైన యుదాహరణము. ఇట్టి సక్షత్రములను గూర్చి చెప్పించుటకు ముందు సక్షత్రసమూహములనుగూర్చి వినరంపివలసియున్నది. సక్షత్ర సమూహములు

ఒకదానిస్కందనే యొకటి యుండునట్లు తెల్లని గోడ మీద రెండు సిరాబొట్టులను వేసి, కొంచెము దూరమునుండి వానిని చూచినయెడల, అవిరెండును ఏకబిందువుగా గోచరమగును. కాని దగ్గరకు పోయిగాని, దూరదర్శినితో గాని వానిని చూచినచో రెండు వేర్వేరు బొట్టులుగనే యవి ప్రత్యక్షమగును. అట్లే వట్టికంటికి ఏకసక్షత్రముగా గోచరమగు సక్షత్రములను దూరదర్శినితో నవేక్షించినపుడు అందుకొన్ని రెండుసక్షత్రములుగనో, మూడుసక్షత్రములుగనో లేదా అంతకంటె ఎక్కువ సక్షత్రములుగనో విడివడి కనిపించుటకలదు. ఇట్లు దూరదర్శినితో చూచినపుడు ఒకసక్షత్రము రెండుగా విడివడి కనిపించినచో అట్టి సక్షత్రములను జంటతారలు లేదా యుగళతారలనియును, రెండుకంటె ఎక్కువ సక్షత్రములుగా విడివడినచో వానిని బహుళతారలనియును, అసంఖ్యాకములుగా విడివడినచో వానిని తారావ్రంజములనియును వ్యవహరింతురు.

యుగళతారలు : యుగళతారలందు చాక్షుషయుగళములు, భౌతికయుగళములు అని రెండురకములున్నవి. చాక్షుషయుగళములోని సక్షత్రములు రెండును భూమినుండి ఇంచుమించు ఒకేదృక్ రేఖలో నుండుటవలన ఒకదానికొకటి మిక్కిలి

చేరువగా నుండినట్లు కనిపించుచుండును గాని వాస్తవముగా వాని నడుమ కొన్ని కోట్లమైళ్ళ దూరముండును; భూమితర నభోమూర్తి కేళి చూచినచో నవి రెండును రెండు విడినక్షత్రములుగా ప్రత్యక్షమగునటుట సందేహములేదు. చాక్షుషయుగశములోని నక్షత్రముల నడిమిదూరము మిక్కిలి యెక్కువయగుటవలన వానినడుమ నెట్టి భౌతికసంబంధమును నుండదు; అవి యొకదానిపై నొకటి పరస్పరము ఎన్నదగిన గురుత్వాకర్షణబలమును ప్రసరించుకొనలేవు. అరుంధతీ వసిష్ఠ నక్షత్రములు, డెబ్బా హెక్టులిస్ మున్నగునవి చక్కని చాక్షుషయుగశములు. అరుంధతీ వసిష్ఠనక్షత్రముల మధ్యదూరము 12'. దృష్టిమాంద్యమున్నవారు ఆరెండు నక్షత్రములు విడివడియున్నవని గ్రహించలేరుగాని మంచి దృష్టిగలవారి కవిరెండును రెండు ప్రత్యేకనక్షత్రములుగ సులభముగనే గోచరించును. అరుంధతీ వసిష్ఠనక్షత్రములవలె వట్టికంఠికికూడ జంటతారలుగ గోచరించువానిని 'నేకెడ్ ఐ డబుల్స్' అని అందురు.

చాక్షుషయుగశములోని నక్షత్రములవలెగాక భౌతికయుగశములోని నక్షత్రములు సాపేక్షముగా సన్నిహితముగా నుండుటవలన నవి పరస్పర గురుత్వాకర్షణప్రభావమునకులోనై యుండి, వాని సామాన్యగురుత్వకేంద్రముచుట్టును పరిభ్రమించుచుండును. యుగశతారలలోని రెండునక్షత్రములును ఎల్లప్పుడు సమానవర్ణమునే కలిగియుండవు. అట్లు భిన్నవర్ణములతో ప్రకాశించు నక్షత్రములతో ఒకదానిచుట్టు వేరొకటి తిరుగుచుండుటను దూరదర్శినితో తెలికించినపు డెంతమనోహరముగ

నుండును ! ఏయే పరిమాణముల తారలు ఎంతెంత దూరమున నున్నపుడు ఒకదానిపైనొకటి యెన్నదగిన ఆకర్షణబలమును ప్రసర్తించజేసికొనగలరో విట్కొవిట్కొని గణించి, ఆయా పరిమాణముల నక్షత్రములు అంతిదూరమునకు లోపుననున్నపుడే వానిని యుగళతారలని పేర్కొనుటకు వీలున్నదని ఒకనియమ మేర్పరచెను. అట్టి యుగళతారలను సుమారు 20,000 లను దూరదర్శిని సాహాయ్యమున శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనిరి. అయితే జంటతారలుగానున్న నక్షత్రములసంఖ్య యింకను చాల అధిక మనుట నిర్వివాదము. ప్రతి 20 నక్షత్రములలోను 8 నక్షత్రములు జంటతారలని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

భౌతికయుగళములోని తారల ముఖ్యలక్షణము పరస్పర గురుత్వాకర్షణబలమునకు లోనై యుండుటగదా. భూసూర్య గోళములు ఒకదానిపైనొకటి పరస్పరము గురుత్వాకర్షణ బలమును ప్రసర్తించుకొనుచుండుటచేతనే అధికద్రవ్యసంచయముగల సూర్యునిచుట్టు భూమి తిరుగుచున్నది. అట్లే భూచంద్రుల జంటలో, అవిరెండును ఒకదానిపైనొకటి గురుత్వాకర్షణబలమును కలిగియుండుటవలన ఎక్కువద్రవ్యసంచయముగల భూమిచుట్టు తక్కువద్రవ్యసంచయముగల చంద్రగోళము తిరుగుచున్నది. ఆవిధముగనే భౌతికయుగళములోని తారలలో ఒకదానికంటె రెండవది మిక్కిలి యెక్కువ ద్రవ్యసంచయమును కలిగియున్నపుడు, ఎక్కువ ద్రవ్యసంచయముగల నక్షత్రము చుట్టును తక్కువ ద్రవ్యసంచయముగల నక్షత్రము తిరుగుచుండును. దాని పరిభ్రమణకాలమునూ, వేగమునూకూడ వాని

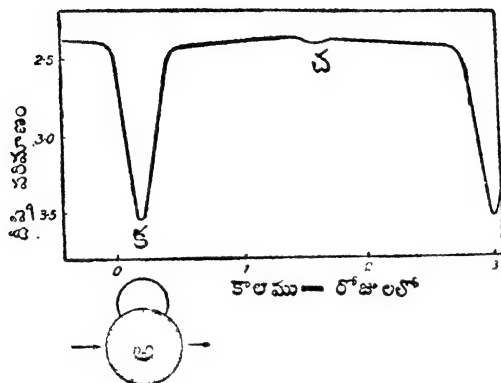
పరస్పరాకర్షణబలమునుబట్టి యుండునని వేరే చెప్పనక్కరలేదు. కాని సాధారణముగా జంటతారలలో రెండింటి ద్రవ్యసంచరించుచున్న అక్షత్రములను అక్షత్రములముండదు. ఆసందర్భములో నవిరెండును తమ సామాన్యగురుత్వకేంద్రముచుట్టును తిరుగుచుండును. ఒకనక్షత్రము భౌతికయుగళమో, కాదోయను విషయమును ఆయుగళములోని నక్షత్రములు తమ సామాన్యగురుత్వకేంద్రముచుట్టును పరిభ్రమించుచున్నవని నిరూపించుట వలనగాని, లేదా అవిరెండును సమాన యధార్థవేగముతో నంతరాళమున సంచరించుచున్నవని నిర్ధారించుటవలనగాని గ్రహింపవచ్చును. ఒక తారాయుగళములోని నక్షత్రములు అవేక్ష్యుని దృష్టిమార్గమున కష్టముగా గమించుచున్నయెడల దూరముననున్న నక్షత్రములనుబట్టి వానిస్థానమందు మార్పువచ్చును. భూమినుండి ఆనక్షత్రములదూరములు తెలిసినచో, ఆనక్షత్రములస్థానమందు వచ్చిన మార్పునుబట్టి వాని గమనవేగములను కనుగొనవచ్చును. నక్షత్రములు మన దృష్టిమార్గమున కష్టముగాగాక సరిగా మన దృష్టిమార్గములోనే, అనగా మనమీదికిగాని, లేదా మననుండి తిన్నగా వెనుకకుగాని ప్రయాణముచేయుచుండినట్లయిన, వానిస్థానములందు మార్పుగోచరముకాదు. కాబట్టి పైవిధముగా వీనివేగములను కనుగొనలేము. అట్టినక్షత్రముల వేగములను వానివర్ణమాలల సాహాయ్యమున కనుగొందురు. నక్షత్రవర్ణమాలలందు ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖ లనేకములుండునుగదా. మనదృష్టిమార్గముయొక్కదిశలో సంచరించుచున్న యొకనక్షత్రము మననుండి దూరముగాపోవు

చున్నయెడల, దాని వర్ణమాలలోని ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు సామాన్యముగనుండవలసినతావున నుండక, అన్నియును కలసి ఎరుపురంగునైపునకు జరిగి ప్రత్యక్షమగును; ఇకనక్షత్రము మన దృష్టిమాగ్గములో సరిగా మననైపునకు ప్రయాణముచేయు చున్నయెడల, దాని వర్ణమాలలోని ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలన్ని యును ఊదానైపునకు జరిగి గోచరమగును. ఈవిధముగా వర్ణమాలారేఖలస్థానమందు వచ్చిన అపసారపరిమితినిబట్టి ఆనక్షత్రముల వేగములను కనుగొనవచ్చును.

జంటతారలలో ఒకటి దీప్తిమంతమైనదియును, రెండవది దీప్తిహీనమైనదియును అయియుండి, ఆ జంటతారల పరిభ్రమణ కక్ష్యతలము అవేక్షకుని దృక్ రేఖాతలమందే యించుమించు ఉన్నచో, అవేక్షకునకును అధికదీప్తిమంతమైన నక్షత్రము నకును నడుమగా దీప్తిహీనమైన నక్షత్రమునచ్చుట తలంపడి నపుడు (సూర్యులకు నడుమ చంద్రుడు వచ్చినపుడు సూర్యుడు గ్రస్తమైనట్లు) అధికదీప్తిమంతమైన నక్షత్రము గ్రస్తమగును; లేదా మహాదీప్తిమంతమైన నక్షత్రముకంటె తక్కువదీప్తిమంతమైన నక్షత్రము ఘనపరిమాణములో చిన్నదియైనయెడల, మహాదీప్తిమంతమైన నక్షత్రదీప్తిలో మాంద్యము హెచ్చుగానుండును. ఇట్టి జంటతారలను గ్రాహియుగళతారలను ప్రత్యేకనామముతో వ్యవహరింతురు. గ్రాహివృద్ధిక్షయ తారలను మరియొక నామముకూడ వీనికిగలదు. పెర్సియస్ రాశికిచెందిన ఆగ్లాల్ నక్షత్ర మిట్టిదే.

జంటతారలలో దూరదర్శిచూడ విడదీయజాలని కొన్ని నక్షత్రములయునికిని వర్ణమాలాదర్శిని సాహాయ్యమున కను

గొనవచ్చును. అట్టివానికి వర్ణమాలాయుగళములని పేరు. వర్ణమాలాయుగళపు వర్ణమాలను కొంత కాలవ్యవధిలో మరల



43 వ చిత్రము

గ్రాహియుగళతార దీప్తిరేఖపటము.

అ-అను దీప్తిహీనమైన తార దీప్తిమంతమైన తారచుట్టును పరిభ్రమించుచు అవేక్షకునకును దీప్తిమంతమైనతారకును సరిగా నడుమకు వచ్చినపుడు, దీప్తిమంతమైన తార అచ్చాదింపబడును గాన ఆయుగళ తారనుండి అవేక్షకుని చేరుకొను మొత్తముకాంతి క్షీణించి దానిదీప్తి కనిష్ఠపరిమాణమును పొందును. చిత్రములో క- అనుబిందువు యుగళ తారయొక్క యాస్థితిని నూచించును. దీప్తిహీనమైనతార దీప్తిమంతమైన తారచుట్టును పరిభ్రమించుటలో, అవేక్షకునకును దీప్తిహీనమైన తారకును నడుమగా దీప్తిమంతమైన తార వచ్చినప్పుడు, దీప్తిమంతమైనతార యొక్కదానినుండిమాత్రమే తేజస్సు అవేక్షకుని చేరును కాబట్టి అప్పు డాయుగళముయొక్క మొత్తము దీప్తిలో కొద్దిపాటి తగ్గుదల సంభవించును. చిత్రములో చ- అను బిందు వీక్షితినినూచించును.

మరల తీసి పెరిక్షించినయెడల, ఆవర్ణమాలాయందలి ప్రతిరేఖ యును రెండుగా విడివడి ప్రత్యక్షమగును. వర్ణమాలాముగళము లోని రెండుతారలును అవేక్షకుని దృక్రేఖాదిశయందే యున్న పుడు, ఆ రెండుతారల వర్ణమాలారేఖలును ఒకదానితోనొకటి ఏకీభవించుటచేత, ఏకరేఖలుగనే యవి గోచరించును. కాని అవి యవేక్షకుని దృక్రేఖాదిశయందు లేనపుడు దృక్రేఖా దిశయందు వాని వేగపరిమాణములు భిన్నమగుటవలన, వాని వర్ణమాలారేఖలు రెండుగా విడివడి కనపడును.

బహుళతారలు : దూరదర్శినితో చూచినపుడు వట్టి కంటికి ఏకనక్షత్రముగా కనపడుచున్న కొన్ని నక్షత్రములు మూడుగాని, నాలుగుగాని, అయిదుగాని, ఆరుగాని, ఏదో యొకపరిమితసంఖ్యగల నక్షత్రములుగా గోచరింపవచ్చును. ఇట్టి నక్షత్రములకు బహుళతారలనిపేరు. కేప్టర్ (ఆల్ఫాజెమి నోరమ్) నక్షత్రము బహుళతారలకొక యుదాహరణము. వట్టి కంటికి ఏకనక్షత్రముగా గోచరించుచున్న యీతార సామాన్య దూరదర్శినితో చూచినపుడు జంటతారగా నగపడును. ఈ జంటతారలోని నక్షత్రములను వేర్వేరుగా వర్ణమాలాదర్శినితో నవేక్షించినపుడు, అవి తిరిగి ఒక్కొక్కటి రెండేసిగా విడివడి నట్లు వ్యక్తమగును. ఈరీతిగా వట్టికంటికి ఏకనక్షత్రముగా గోచరమైన యీతార నాలుగు నక్షత్రముల సమూహమని తెల్లమైనది. ఇక కేప్టర్ నక్షత్రమునకు రమారమి 7½" దూర మందు 9 వ పరిమాణమునకు చెందిన నక్షత్రమొకటియున్నది. ఈనక్షత్రమును వర్ణమాలాదర్శినితో ననుశీలించిన వో నది

యొక బంటతారియని స్పష్టమగును. ఈతని సక్షత్రములును కూడ పరస్పరగుణత్యాక్రమణబలమునకు లోనయియు ప్రవర్తించుచున్నవి.

తారాపుంజము : తారాపుంజములందు వందలకొలది సక్షత్రము లుండును ; అవియన్నియు పరస్పరగుణత్యాక్రమణబలమునకు లోనయికూడ నుండును. తారాపుంజములందలి సక్షత్రముల్నియును సమానపరిమాణమును, దిశయునుగల వేగముతో కలసికట్టుగా ప్రదేశమున సంచరించుచుండును. అట్లుగానిచో నవి వేదికవి చెల్లాచెదలై పోవునని వేరేచెప్ప నక్కరలేదు. అప్పుడవి పుంజముగా నెట్లుండగలవు !

తారాపుంజములందు వివృతపుంజములు, గోళాకార పుంజములు నని రెండురకము లున్నవి చీకటిరాత్రులలో వట్టికంటిలో ప్రియడిస్ ను చూచినయెడల, 7 సక్షత్రముల గుంపుగా నది కనపడును. కాని అధిక అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శిలో చూచినపుడు 5, 6 వందల సక్షత్రముల గుంపుగానది ప్రత్యక్షమగును. హయాడిస్, కొమాబెర్నెసెస్ మున్నగునవికూడ ఇట్టి తారాపుంజములే. తారాపుంజములు వట్టికంటిలో చూచినపుడు ఎక్కువ ఆకర్షణీయముగా నుండక పోవచ్చునుగాని దూరదర్శిలో నవేక్షించినపుడు మాత్రము కడుమనోహరముగానుండును. నల్లని పృథ్వీభూమిపై తెల్లని కాంతిలో ధగధగ మెరుయుచున్న ఆవందలకొలదినక్షత్రములు నయనానందకరమైన దృశ్యమును ప్రదర్శించుటలో నబ్బర మేమున్నది !

స్లియూషీస్ తారాపుంజమండలి యొకనక్షత్రమునకును మరియొకనక్షత్రమునకును నడుమ, ఆనక్షత్రము లొకదాని కొకటి యెట్టిసంబంధమునులేని ప్రత్యేకనక్షత్రము లనుకొనుటకు తగినంత యెడముండును. కాని పైనిపేర్కొనినట్లు ఇవియన్నియు ఒకేపరిమాణముగల వేగముతో ఒకేవిధగా ప్రదేశములో ప్రయాణముచేయుచున్నవి. ఇట్టిగుంపులనే వివృతతారాపుంజము లనిపేర్కొందురు. వివృతపుంజములన్నియును సాధారణముగా పాలపుంతయందుగాని, దానికి సమీపమునగాని యుండుట వలన, అవి యన్నియు మన గెలాక్సీకి చెందినవే యనుట నిశ్చయము. ఈకారణమున వీనికి గెలాక్టికపుంజము లనికూడ వ్యవహారమేర్పడినది. ఈగెలాక్టికపుంజములలో సూర్యకుటుంబమున కెక్కువ చేరువగానున్నది హయాడిస్. భూమినుండి దానిదూరము 130 కాంతిసంవత్సరములు. ఇంతవరకు రమారమి 300 వివృతపుంజములను శాస్త్రజ్ఞు లవేక్షించిరి. వివృత పుంజవ్యాసము సరాసరిని 20 కాంతిసంవత్సరము లుండును.

వివృతపుంజములందువలెగాక గోళాకారపుంజములందు వేలకొలదినక్షత్రములు, మిక్కిలి సన్నిహితముగా, చేరియుండును. ఇక పుంజము నడుమకు పోయినకొలదియు దానిలోని నక్షత్రములు క్రమముగా దట్టమగును. హెర్క్యులస్ రాశిలోని M-13 చక్కని గోళాకారపుంజము.

గోళాకారపుంజములనుగూర్చి పేష్లేవిజ్ఞాని యెక్కువగా ననుశీలించెను. ఆయన యవేక్షణలవలన మననక్షత్ర కుటుంబములో రమారమి 93 గోళాకారపుంజము లున్నట్లు విదితమైనది. కాని మరికొన్ని గోళాకారపుంజములందుండుట కవ

కాశములేకపోలేదు. సాధారణముగా నివియున్నియును పాల పుంతుయున్న భాగమునగాకదానికి వెలుపలనేయుండును. మన నక్షత్రముల బములలో అవియేయెక్కువదూరమందున్న మూర్తులు. మననక్షత్రములంబు సరిహద్దులందని యున్నవని శాస్త్రజ్ఞులభిప్రాయపడుచున్నారు. ఈ గోళాకారసమాహములలో భూమికి మిక్కిలిదగ్గరగా నున్నది 18,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందును, మిక్కిలి దూరముగానున్నది 1,84,000 కాంతి సంవత్సరముల దూరమందును నున్నదని పేష్లేవిజ్ఞాని యూహించెను. ఈపుంజములందలి సిఫియెన్పున్సిక్షయతారలనుబట్టియే వానిదూరములను కనుగొనుటకు వీలుచిక్కినది.

నక్షత్రమేఘములు : నక్షత్రసమాహములలో యుగళ తారలు, బహుళతారలు, తారాపుంజములునుగాక నక్షత్రమేఘములను మరియొకతరగతి మూర్తులుకూడ నున్నవి. తారాపుంజములందు నక్షత్రములు వందలలోనో వేలలోనోయున్నచో నక్షత్రమేఘములందవి కోట్లలో నుండును. మన గెలాక్సీలోని నక్షత్రములు అన్నిదిశలలోను సమానసాంద్రముగా లేవు ; ఒక్కొక్కచోట ఎక్కువదట్టముగను, వేరొకచోట మిక్కిలి పలుచగను అమరి యవి యున్నవి. ఈవిధముగ ఎక్కువదట్టముగనున్న తావులందలి నక్షత్రములు మేఘమును స్ఫురింప జేయును. ఇట్టివానికే నక్షత్రమేఘములని పేరు. సగిటేరియస్ రాశిలో పెద్దనక్షత్ర మేఘమొకటి గలదు. మన గెలాక్టికమండలములోని నక్షత్రములలో ఎక్కువభాగ మిక్కడనే గుమికూడి యున్నవి. ఆకాశములో సూర్యుడున్న భాగముకూడ ఒక నక్షత్రమేఘములోనిదే. దానికి స్థానికనక్షత్రమేఘమని పేరు.

వట్టికంటికి కనపడుచున్న నక్షత్రములలో హెచ్చుభాగము ఈస్థానకనక్షత్రమేఘమునకు చెందియున్నది. పాలపుంత తలమునకు రమారమి 12° ఏటవాలుగా దాని తలముగలను. సుమారు 20,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమునకు వ్యాపించి యును, 7,000 కాంతిసంవత్సరముల మందమును కలిగియును నని యున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు భావించుచున్నారు.

పాలపుంతప్రక్కగా నొకనైపున బహుదూరములో రెండునక్షత్రమేఘము లున్నవి. ఉత్తరాగ్ధగోళము కంటే దక్షిణాగ్ధగోళమునుండి యవేక్షించినపు డివి బాగుగా కనిపించును. దక్షిణాగ్ధగోళమందు మేగిలాన్ జలసంఘలున్నతావు నుండి చూచినపుడివి ఇంచుమించు శీర్ష బిందుభాగముగుండ ప్రయాణముచేయుచున్న స్థిగపగుటచేత, వీనికి మేగిలాన్ మేఘములను నామము లేర్పడినవి. వీనిలో పెద్దదాని బృహస్పేగిలాన్ నక్షత్రమేఘమనియును, చిన్నదానిని అల్పతరమేగిలాన్ నక్షత్రమేఘ మనియును పేర్కొందురు. ఈనక్షత్రమేఘములు పాలపుంతకు చాలదూరమున నొకనైపుననుండుటచేత, నివి మన గెలాక్టికమండలములోనివి కావనియును, అవి ప్రత్యేక గెలాక్టిక మండలములనియును శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. అల్పతరమేగిలాన్ నక్షత్రమేఘము 98,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందును, బృహస్పేగిలాన్ నక్షత్రమేఘము 85,000 కాంతిసంవత్సరముల దూరమందును నున్నవి. ఈనక్షత్రమేఘముల దూరములను వానియందున్న సిఫిమై వృద్ధిక్షయతారలను బట్టి శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనగలిగిరి.

గెలాక్సీలు; నెబ్యులాలు

మన గెలాక్సీ

ఆకాశములో ఇంచుమించు ఉత్తరదక్షిణములుగా వ్యాపించియున్న పాలపుంతనుగూర్చి ప్రస్తావనలో పేర్కొని యుంటిమి; నక్షత్రరాసులను, నక్షత్రసమూహములను గుర్తు పట్టటకుగాను దాని సాహాయ్యమునుకూడ ననేకసందర్భములలో వైకొనియుంటిమి. నిర్మలమైన చీకటిరాత్రులలో ఆకాశము వైపు చూచినయెడల నది మనదృష్టి సగికముగా నాకర్షించు ననుటకు సందేహములేదు. భూపరిభ్రమణమువలన పాలపుంతలోని భిన్నభాగములు వేర్వేరు ఋతువులలో మనకు ప్రత్యక్షమగుచుండును.

నవ్వికంటికి జెల్లని తేల్తోమేఘమువలె పాలపుంత ప్రత్యక్షమగునుగాని, దూరదర్శినితో నవేక్షించినపు డెండు దట్టముగా కిక్కిరిసియున్న కోటానగోల్లనక్షత్రములు మనకు కానవచ్చును. ఆకాశములో ఇతరభాగములందుకూడ నక్షత్రములున్నవి. దూరదర్శినులతో చూచినపుడు, ఆ దూరదర్శినుల అధికీకరణ సామర్థ్యము హెచ్చినకొలదియును ఆదిశలలో కనిపించు నక్షత్రముల సంఖ్యకూడ అధికమగును. కాని ఎంత అధికీకరణ సామర్థ్యముగల దూరదర్శినితో నవేక్షించినను ఆకాశములో పాలపుంతయున్న ప్రదేశమునందున్నంతసాంద్రముగా మరి యే ప్రదేశమందును నక్షత్రములు కానరావు. దీనినిబట్టి నక్షత్ర

ములు ఆకాశమందంతటను సమానముగావ్యాపించలేవనియును, ఒక తావున మిక్కిలిదట్టముగను, వేరొక తావున ఎక్కువపల్పుగను నవియున్నవనియును మనకు స్పష్టమగును.

ఆకాశములోని యితరభాగములందలి నక్షత్రముల నలెనే పాలపుంతలోని నక్షత్రములుకూడ నన్నియు సమాన దీప్తిని కలిగియుండలేదు. ఈప్రత్యక్షావేక్షణాఫలిత సాహాయ్యమున పాలపుంతమందమమితమను నిర్ధారణకు మనము రావచ్చును. అరణ్యమధ్యయం దొక స్థానమునుండి చూచినపుడు దగ్గరగనున్న వృక్షములుపెద్దవిగను, దూరముగ నున్నవి చిన్నవిగను గోచరించును. అరణ్యమందలి వృక్షములన్నియు సమానమైన పొడుపునే కలిగియున్నవని మనము భావించినయెడల అందలివృక్షముల పొడుపులలో వ్యత్యాసము లగపడుటకు కారణము అరణ్యముయొక్క మండనే. అట్లే పాలపుంతలోని నక్షత్రము లన్నింటి యధార్థదీప్తియు సమానమని మన మూహించినయెడల భూమికి దగ్గరగానున్న నక్షత్రము లధిక దీప్తితోను దూరముగానున్న నక్షత్రము లల్పదీప్తితోను కనపడును. కాబట్టి పాలపుంతలోని నక్షత్రముల దృశ్యదీప్తిలో వ్యత్యాసము లుండుటకు కారణము పాలపుంతమంద మధిక మగుటయేయని మనము నిర్ణయింపవచ్చును.

పాలపుంత మందమెంతయో, దాని మందపుదిశగా అందు నక్షత్రము లెంతదట్టముగ వ్యాపించియున్ననో తెలిసికొనుటకు తగినసాధనము దూరదర్శినియే. వట్టికంటితో ఆకాశము నవేక్షించినపుడు కనపడు నక్షత్రములసంఖ్య చాల

తక్కువగానేయుండును. కాని దూరదర్శినితో దాని సవేక్షించిన యెడల అంతకంటె నెక్కువ నక్షత్రములు కనిపించును. దూర దర్శినియొక్క అధికీకరణసామర్థ్యము హెచ్చినకొలదియును, దానితో గగనతలమును చూచినపుడు కనపడు నక్షత్రముల సంఖ్య తదనుగుణముగా హెచ్చును.

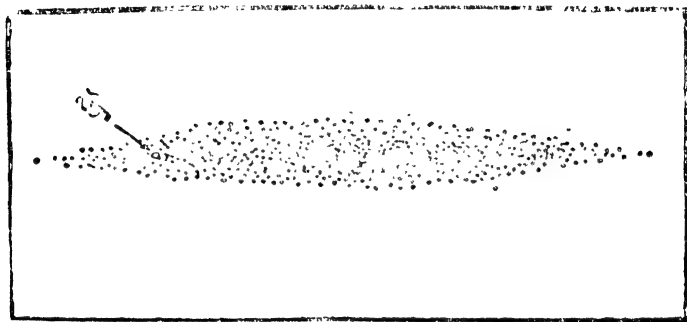
దూరదర్శిని సామర్థ్యమునకును, దానితో చూచినపు డగపడు నక్షత్రముల దూరమునకును స్పృహితసంబంధ మున్నది. దూరదర్శినియొక్క అధికీకరణసామర్థ్యము హెచ్చిన కొలదియు ఎక్కువదూరములందున్న నక్షత్రములకూడ దానితో చూచినపు డగపడును. ఇక దూరముననున్న నక్షత్రములనవేక్షించుటతో దూరదర్శినుల సామర్థ్యమును హెచ్చించి యేథలితములను బడయుచుండునో ఆ యేథలితములనే దూర దర్శినితో వాని ఛాయాచిత్రములను తీయుటయందు ప్రదర్శన కాలమును హెచ్చించియు బడయవచ్చును. వేర్వేరు అధికీకరణ సామర్థ్యములుగల దూరదర్శినులతో పాలపుంతయున్న ఆకాశ భాగమును వేర్వేరుగా నవేక్షించి అందలి నక్షత్రములను వేర్వేరుగా లెక్కించినను, లేదా హెచ్చు అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినితో క్రమముగా ప్రదర్శనకాలమును హెచ్చించుచు పాలపుంతయున్న ఆకాశభాగపు ఛాయాచిత్రములను వేర్వేరుగా తీసి, వానిలోని నక్షత్రములను లెక్కించినను మనకొక సత్యము నెల్లడియగును. పాలపుంత మందప్రదిశలో, భూమి నుండి పాలపుంతదూరము హెచ్చినకొలదియు మొట్టమొదట కొంతవరకు దానిలోని నక్షత్రముల సాంద్రత క్రమముగా

హెచ్చి, అటుచిమ్మట దూరము హెచ్చినకొలదియును దాని లోని సక్షత్రముల సాంద్రత క్రమముగా తగ్గును. దీనిబట్టి మందపువ్విగా పాలపుంత మధ్యతలభాగమున సక్షత్రముల సాంద్రత చాల హెచ్చనియును, అక్కడినుండి రెండుస్కలకు పోయినకొలదియు వానిసాంద్రత క్రమముగా తగ్గుననియును వ్యక్తమగును. పాలపుంతనుదాటి కొంతదూరము పోయినచో అంతరాళములో ఆపాలపుంతకు సంబంధించిన సక్షత్రములు మరి కానరావు. అక్కడి ప్రదేశము సక్షత్రములు లేక శూన్య మైయుండును. ఈవిధముగా ప్రదేశమహాన్యవమందు నియత అవధులలోనున్న పెద్ద సక్షత్రసమూహములను గెలాక్సీలని పేర్కొందురు. సూర్యుడు, మనకు కనిపించుచున్న సక్షత్రములునుకూడ పాలపుంత గెలాక్సీకే చెందియున్నవి. పాలపుంత కంటే పెద్దదైన గెలాక్సీలు బ్రహ్మాండమం దనేకములు గలవు. మహాసమద్రములందలి ద్వీపములవలె బ్రహ్మాండ మహాన్యవమం దవి దూరదూరముగా నున్నవి.

మనగెలాక్సీ ఆకార, పరిమాణములు

ఆకాశమందు పాలపుంతయున్న భాగములో, పాలపుంత దిశగానున్న సక్షత్రములసంఖ్య భూమినుండి దూరముగా పోయినకొలదియును మొదట హెచ్చి, తరువాత క్రమముగా తగ్గును. కాని యీ పెరుగుదలయును, తగ్గుదలయును చాల మందముగనుండును. ఇక పాలపుంతనువది ప్రక్కగా మన దృష్టిని సారించినచో సక్షత్రములు చాల పలుచగనున్నట్లు గోచరింపగును; భూమినుండి దూరము హెచ్చినకొలదియును

వానిసంఖ్య వేగముగా క్షీణించి చివరకు నక్షత్రములు లేనట్లే
గోచరించును. మన గెలాక్సీ మధ్యభాగమున దశముగను,



41 ప చిత్రము

గెలాక్సీ ఆకారము. నూ - సూర్యుడు.

ప్రక్కలందు పల్చగనునుండి యొక తొండబెత్తు ఆకారముం
దున్నదని యిది మనకు స్ఫురింపజేయును.

ఎట్లయినను మన గెలాక్సీ అడ్డుకొలత దానిమందము
కంటె చాలతక్కువ యనుటకు సంభేదములేదు.

మన గెలాక్సీ మధ్యతలమున కిరువైపులను లంబదిశలో
నున్న నక్షత్రముల సాంద్రత మధ్యతలమునుండి దూరముగా
పోయినకొలదియు సమానముగా క్షీణించుచున్నదని గ్రహించి
తిమి.మన గెలాక్సీమధ్యతలమున కిరువైపులను నక్షత్రములసంఖ్య
భూమికి సమానదూరములలో సమానముగా నుండినట్లు వ్యక్త
మగుటవలన దాని మధ్యతలమందే భూమియున్నదని శాస్త్రజ్ఞు
లభిప్రాయపడుచున్నారు. కాబట్టి సూర్యుడుకూడ మన గెలాక్సీ
మధ్యతలమందే యున్నాడని వేరేచెప్పనక్కరలేదు. ఇక

గెలాక్సీ కేంద్రమునుండి సూర్యు డెంతదూరమున నున్నాడో గెలాక్సీలోని నక్షత్రముల సంఖ్యనుబట్టి గ్రహించుట సాధ్యము కాదు. గెలాక్సీ అష్టకాలత దానిమందముకంటె అనేకరెట్లు అధికమగుటచేతను, గెలాక్సీలో ననేకభాగములు కాంతిహీనమైన భాగములచే నాచ్ఛాదితములై యుండుటచేతను, నక్షత్రముల సంఖ్యనుబట్టి యీవిషయమును గ్రహింపజాలకున్నాము. అందుచేత సూర్యుని యొక్కయు, భూమికిసమీపమందున్న యితరనక్షత్రములయొక్కయు యథార్థచలనమునుబట్టి మన మావిషయమును నిర్ణయింపవలెను. ఇట్టి యనుశీలనమువలన మన గెలాక్సీ కేంద్రమునుండి 2/3 వంతుల దూరములో సూర్యు డున్నాడని విచితమైనది.

మన గెలాక్సీ కేంద్రము సగిటేరియస్ రాశిలో పాలపుంతలోని నక్షత్రములు ఎక్కువదట్టముగానున్న తావున నున్నదని శాస్త్రజ్ఞు లభిప్రాయపడుచున్నారు. భూమితనలోతాను తన అక్షముపై తిరుగుచున్నట్లుగనే మన గెలాక్సీకూడ తన కేంద్రద్వారమున పోవుచున్న అక్షముపై భ్రమించుచున్నది. కాబట్టి భూభ్రమణమువలన భూగోళమందలి వేర్వేరు ప్రదేశములు భిన్నవేగములతో నేరీతిగా సంచరించుచున్నవో ఆరీతిగనే గెలాక్సీభ్రమణమువలన గెలాక్సీలోని వేర్వేరు నక్షత్రములు కూడ భిన్నవేగములతో సంచరించుచున్నవి.

గెలాక్సీలోని నక్షత్రములకు గెలాక్సీభ్రమణముచే నేర్పడిన సంచలనమేగాక స్వీయచలనముకూడ నున్నది. ఈ స్వీయచలన మన్ని నక్షత్రములకును సమానముగా లేదు.

వేళ్వేరు నక్షత్రములు వేళ్వేరు పరిమాణములును, దిశలును గల చలనములను కలిగియున్నవి. అధికశూన్యస్థితియందున్న పాత్రలోని గాలియణువులవలె గెలాక్సీమండలమును భాండమందు నక్షత్రములున్నవని మనము భావించినచో, భాండములోని గాలియణువు లేరీతిగా చిందరవందరగా తిరుగునో ఆరీతిగనే గెలాక్సీలోని నక్షత్రములుకూడా సంచరించుచున్నవని మన మూహింపవచ్చును. పైని పేర్కొనిన రెండుచలనవేగముల ఫలితమే నక్షత్రముల యధాగచలనవేగము.

మన గెలాక్సీపరిమాణమును నిర్ణయించుట సులభ సాధ్యముగాదు; కాని రెండుమూడుపద్ధతులచే దానిని కను గొనుట కనకాశమున్నది. మన గెలాక్సీలో వేళ్వేరుభాగములందున్న సిఫియై న్యుక్లియతారల సాహాయ్యమున, మన గెలాక్సీ అడ్డుకొలత సుమారు లక్ష కాంతిసంవత్సరములని యును, దాని మందము పది, పదునైదువేల కాంతిసంవత్సరములనియును శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయించిరి. ఇక మన గెలాక్సీలోనున్న నక్షత్రములసంఖ్యరమారమి 1,00,00,000,00,00,000. ఈనక్షత్రములన్నియును మన గెలాక్సీలో సమానముగా వ్యాపించి యుండలేదు. కొన్నికొన్ని ప్రోగులుగా నవి యేర్పడియున్నవి. వానిలో ప్రతిప్రోగులోనినక్షత్రములును ఒకదానికొకటి చేరువగుండి, తమ సాపేక్షస్థానములకు భంగములేకుండ సంచరించును. ఇట్టిప్రోగులకు నక్షత్రమేఘములని పేరు. ఇట్టివానిలో సూర్యుడు చేరియున్న నక్షత్రమేఘమును స్థానిక నక్షత్రమేఘమని పేర్కొందురు. నక్షత్రములనుగూర్చిన ప్రకరణములో నక్షత్ర

గావచ్చును. కాని దాని ప్రకాశమునకు సరియైన కారణమింత నరకు విశదముకాలేదు.

గ్రహకార నెయ్యిలాలలో కొన్ని అంగుళ్యాకారమున కూడ నుండును. కాని వానిలో హెచ్చుభాగము అండాకారమునే పొందుచున్నవి. నెయ్యిలాలు తమ అక్షములపై భ్రమించుచుండుటచేతనే యిట్లు భ్రమణాక్షరీకారో కొంచె మరుమబడి యున్నవని శాస్త్రజ్ఞులు తలంచుచున్నారు. కేంబ్రీ, మూర్ శాస్త్రజ్ఞులు తీసిన గ్రహకార నెయ్యిలాల వర్ణమాలలవలనకూడ ఈ నెయ్యిలాలు భ్రమణగతికి లోనై యున్నవని స్పష్టమైనది.

బైరారానిలోని రింగ్ నెయ్యిలా, N. G. C. 1501 మున్నగునవి గ్రహకార నెయ్యిలాలకు ఉదాహరణములు.

నిక్షిప్త నెయ్యిలాలు : ఇవి క్రమమైన ఆకారమును కలిగియున్న సభోమూర్తులుకావు. గెలాక్సీకమండలమందేగాక బహిర్గెలాక్సీకమండలమందుకూడ ఇట్టివి కొన్నిగలవు. ఈ నెయ్యిలాలుకూడ తమచెంతనున్న సక్షత్రముల కాంతివలననే బహుశః తేజోవంతములై యుండును. ఈ నెయ్యిలాలకు సమీపమున హెచ్చుదీప్తిమంతమైన సక్షత్రమేవియును ఉండనియెడల అది కాంతిహీనమైనదగును. కాంతిహీనములైన నెయ్యిలాలు యనికిని అవి తమ వెనుకభాగమందున్న సభోమూర్తులను మరుగుబరచుటచేతనే తెలిసికొనగలుగుచున్నాము. ఇట్టి కాంతి హీనములైన నెయ్యిలాలు పాలపుంతలో ననేకములున్నవి.

బరయన్ రాశిలోని 'గుర్రపుతల ఆకారముగల నెయ్యిలా' ఇందులకు చక్కని యుదాహరణము.

బహుదైలాప్తిక నెయ్యిలాలలోకూడ కాంతిహీనమైన నెయ్యిలా అనేకములు గలవు. ఏదైన నొక బహుదైలాప్తిక నెయ్యిలా నవేక్షించినయెడల తాండ్రబెత్తు ఆకారమందున్నదాని మధ్యతలములో కాంతిహీనమైన ప్రదేశము గోచరమగును. బహుదైలాప్తిక నెయ్యిలాలలో మధ్యేతరతలభాగములందుకూడ అనేక కాంతిహీనములైన ప్రదేశములున్నవి. ఈకాంతి హీనమైన ప్రదేశములన్నియును కాంతిహీనమైన నెయ్యిలాల వలననే కలుగుచున్నవి.

విక్షిప్త నెయ్యిలాలలో కాంతిమంతమైన నెయ్యిలాలను గూర్చి ఆరోప్తావేయను విజ్ఞాని గావించిన యనుశీలనముల వలన, తమపైబడిన ప్రత్రములకాంతిని పరావర్తనమొనర్చుట వలననే యవి తేజోవంతము లగుచున్నవని స్పష్టమైనది. అందుచేత కాంతిమంతమైన విక్షిప్త నెయ్యిలాల ద్రవ్యములో కొంత భాగమైనను ధూళికణములచే నేర్పడియుండవలెను. ఇక కొన్ని కాంతిమంతమైన విక్షిప్త నెయ్యిలాల పూర్తిగా వాయురాసుల లక్షణములనే కలిగియున్నవి. ఈవాయురాసులనుండి ప్రసారితమైన కాంతిని అనుశీలించి, నెయ్యిలమ్ అనునొక మూల ద్రవ్యము నవి కలిగియుండెనని ఆవిలో హైజెన్సువిజ్ఞాని భ్రమపడెను. కాని ఆక్సిజని, నైట్రోజని, నియాక్, ఆర్గాన్, సల్ఫర్ మున్నగు మూలద్రవ్యములే యవి ప్రసరించుచున్నకాంతి నీయగలవని యిటీవలి శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనలవలన వ్యక్తమైనది.

ఒరయకారాశిలోని గ్రేట్ నెబ్యులా కాంతిమంతమైన విక్సిప్త నెబ్యులాల కుదాహరణము.

కాంతిహీనమైన నెబ్యులాలు మిక్కిలి సూక్ష్మమైన ద్రవ్యకణములచే నేర్పడుచున్నవి. అట్టికణములకు తమపైపడిన కాంతిని తమద్వారమున ప్రసరింపకుండ పూర్తిగా నిరోధించు సామర్థ్యముగాని లేదా పరావర్తనమొనరించు సామర్థ్యము గాని లేదు. అట్టికణములు తమపైపడిన ఆ కాంతికిరణములను అన్నివైపులకును పరిక్షేపింపగలవు. మన వాతావరణములోని గాలియణువులు సూర్యకాంతిని పరిక్షేపించుటవలన సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయ సమయములలో సూర్యబింబ మెల్లు ఎర్రగా కనిపించునో అట్లే యీ నెబ్యులాలు తమ వెనుకభాగ మందున్న నక్షత్రములకాంతిని హెచ్చుగా పరిక్షేపించుటవలన ఆనక్షత్రములు ఎర్రగా గోచరమగుచున్నవని వ్యక్తమైనది. ఈవిధముగా ఆనక్షత్రముల రంగులో ఈ నెబ్యులాలు కలుగ జేసిన ఎర్రదనమునుబట్టి గణింపగా ఈ నెబ్యులాలలోని ద్రవ్య కణముల వ్యాసములు అంగుళములో రమారమి 40 లక్షల వంతు ఉన్నవని స్పష్టమయినది.

బహిర్రెలాక్టిక నెబ్యులాలు

బహిర్రెలాక్టిక నెబ్యులాలు గెలాక్టిక నెబ్యులాలకు పూర్తిగా భిన్నమైనవి. దూరదర్శినితో చూచినపుడు తెల్లని మేఘములవలె గోచరములై నెబ్యులాలను భ్రమనుకలుగ జేయుటచే వాని కాపేరు వచ్చినది గాని గెలాక్టిక నెబ్యులాలవలె

అత్యల్పసాంద్రతగల ద్రవ్యముచే నవి యేర్పడలేదు; మన పాలపుంతవలెనే కొట్లకొలచి నక్షత్రములతోకూడి ప్రతి బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యూలాయును నున్నది. అందుచేత వాస్తవముగా నవికూడ మన గెలాక్సీవంటి గెలాక్సీలే. కనుకనే వీనిని 'ప్రదేశమహార్ణవమందలి ద్వీపము' లని శాస్త్రజ్ఞులు పేర్కొనుచుందురు. భూమికవి అత్యధికదూరమం దుండుటవలన నెబ్యూలాలవలెమాత్రము గోచరమగుచుండును.

బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యూలాలు గెలాక్టిక నెబ్యూలాలకంటె పరిమాణమందు చాలపెద్దవని వేరే వచింపనక్కర లేదు. అవికూడ మన గెలాక్సీవంటివే కాబట్టి అవియును తాండ్రబెత్తు ఆకారములోనేయుండునని విశ్వసింపవచ్చును. ఇక తాండ్రబెత్తు వలెనున్న యొకమూర్తిని వేర్వేరు దిశలలో చూచినచో, అది వేర్వేరు ఆకారములలో కనిపించును. అట్లే బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యూలాల ఆకారములకూడ, భూమి ననుసరించి అవియున్న దిశనుబట్టి యుండును. అంచులచిత్రగా వానిని జూచినచో, మధ్యను ఉబ్బెత్తుగానున్న సన్నని ఆకారముగా నవి గోచరించును. ఈ ఆకారముయొక్క మరియొక ముఖ్యలక్షణము అది ఇంచుమించు రెండుగా ఒకనల్లని రేఖచే ఖండింపబడియుండుట. ఆ నల్లనిరేఖ ఆ గెలాక్టికమండలమునకు చెందిన కాంతిహీనమైన నెబ్యూలావలన కలుగుచున్నది. ఇక బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యూలా యొక్క మధ్యతలము అవేక్షకునకు లంబనిశయంనున్నచో ఆ నెబ్యూలా యింపుమించు వర్తులాకారమున గోచరమగును.

ఆనందరఘములో దాని కేంద్రభాగమునుండి అభిముఖతలలో విస్తరించుకొని సాధారణముగా రెండు బాహువులుకూడ ఆ నెయ్యిలాయందు గోచరమగును. ఆ రెండుబాహువులను ఆ నెయ్యిలాయొక్క కేంద్రభాగము ననుసరించి వంపుతీరిగి యుండును కాబట్టి ఇట్టివాని సన్నిలాకార నెయ్యిలాలని యందురు. కాని సాధారణముగా నెయ్యిలాలు మనకు ఏట వాలుగా కనపడుచుండును. అప్పుడది వస్త్రలాకారముగగాని, దశమైన రేఖాకారముగగాని గోచరముకాదు ; దీర్ఘవృత్తాకారముగ కనపడును. ఏండ్రోమిడా రాశిలోని నెయ్యిలా (M 31) ఇందుకు చక్కని యుదాహరణము.

బహుగైలాప్తిక నెయ్యిలాలను మొట్టమొదట అవేక్షించిన విజ్ఞాని హెర్షల్. 'ప్రదేశమహల్చ నమంచున్న విశ్వదీపు' లని వానిని పేర్కొనిన శాస్త్రజ్ఞుడుకూడ ఆయనయే. కాని ఆయన కాలములో ఎక్కువ అధికీకరణసామర్థ్యము గల దూరదర్శినులు లేకపోవుటవలన వానినిగూర్చి విశేషముగా తెలిసికొనుట కవకాశము లేకపోయినది. ఈశతాబ్దములో నూరు అంగుళముల దూరదర్శివంటి అధికఅధికీకరణసామర్థ్యములుగల పరికరములు నిర్మింపబడుటతో వానినిగూర్చి కొంత తెలిసికొనుటకు వీలు చిక్కనది.

బహుగైలాప్తిక నెయ్యిలా లన్నియు మన గెలాక్సీవంటివే యైనను, మనగెలాక్సీకంటె అవి కొంచెము చిన్నవి. బహుగైలాప్తిక నెయ్యిలాలలో ఇంతవరకు ఏండ్రోమిడా రాశిలోని

నెబ్యులాను మాత్రమే శాస్త్రజ్ఞులు బాగుగా ననుశీలించగలిగిరి. దానివ్యాసము రమారమి 65,000 కాంతిసంవత్సరములు. మనగెలాక్సీ అడ్డుకొలత రమారమి 1,00,000 కాంతిసంవత్సరములు.

మన గెలాక్సీవలెనే బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాలకూడ తమ తమ కేంద్రములచుట్టును భ్రమించుచున్నవి. సామాన్యముగా నెబ్యులాలభాషుల ప్రత్యేకగణాంకమునుండి ఆవిశగావని భ్రమించుచుండును. వర్ణమాలాపరిశోధనలవలన బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాల భ్రమణవేగములనుకూడ శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొనగలిగిరి. బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాలలోని సిస్టిమై వ్యస్థితాయతారలనుబట్టి ఆ నెబ్యులాలదూరములను కనుగొనుటకు వీలున్నది. ఈవిధముగా గావించిన పరిశోధనలవలన మన కతిసమీపముననున్న M 33 అను నెబ్యులా 8,50,000 కాంతిసంవత్సరములదూరమందున్నదని వ్యక్తమైనది. ఏండ్రొమిడారాశిలోని గ్రేట్ నెబ్యులాదూరము 9,00,000 కాంతిసంవత్సరములు.

నక్షత్రవర్ణమాలలను దీసి నక్షత్రములనుగూర్చి తెలిసికొన్నట్లుగనే బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాల వర్ణమాలలను తీసి వానిని గూర్చియు తెలిసికొనవచ్చును. ఈవర్ణమాలల అనుశీలనమువలన మనగెలాక్సీ రచనకును, బహిర్గెలాక్టిక నెబ్యులాల రచనకును పలువిషయములలో పోలికయున్నదని తెల్లమైనది. కాని మనగెలాక్సీ యేర్పడినతరువాతనే ఆగెలాక్సీలేర్పడినవని ఆవర్ణమాలలు స్పష్టపరచుచున్నవి.

బహిగైలాత్రిక నెబ్యులాల లక్షణములనుగూర్చి తెలిసి
కొనుటయేగాక బ్రహ్మాండములో మొత్తమెన్ని నెబ్యులా
లున్నవో, అవియెట్లు వ్యాప్తమైయున్నవోకూడ గ్రహించుటకు
హబుల్ విజ్ఞాని ప్రయత్నించెను. మనపాలపుంతయందు కాంతి
హీనమైన నెబ్యులాలున్న ప్రదేశములలో బహిగైలాత్రిక నెబ్యు
లాలు గోచరము కాకపోయినను, అక్కడకూడ నిట్టి నెబ్యులా
లుండునని మనము భావించినయెడల, నూరుఅంగుళముల
దూరదర్శినితో చూడగలిగిన 50,00,00,000 కాంతిసంవత్సర
ముల దూరమందున్న ప్రదేశములోను మొత్తము 10,00,00,000
నెబ్యులాలుండునని ఆయన అంచనా వేసెను. 200 అంగుళ
ముల దూరదర్శినితో అవేక్షించినపుడు బ్రహ్మాండములో మన
దృష్టి ప్రసరింపగలదూరము ఇంకను అధికమగునుకాబట్టి
అప్పుడు గోచరమగు బహిగైలాత్రిక నెబ్యులాల సంఖ్యకూడ తదను
గుణముగా వృద్ధిచెందును !!

ఉపసంహారము.

వినువీధిని సంచరించి, నభోమూర్తులతో కొంతవరకు పరిచయమును కలుగజేసికొంటిమి. నభోమూర్తులకు సంబంధించిన ఖగోళశాస్త్రమునకు భూవాతావరణఫితినిగూర్చి వివరించు వాతావరణఫితిశాస్త్రముతోను, మన కాధారభూతమగు భూమినిగూర్చి చర్చించు భూతత్వశాస్త్రముతోను, తుదకు ద్రవ్యస్వభావమునుగూర్చి ప్రస్తావించు భౌతిక శాస్త్రములతోను కూడ సన్నిహితసంబంధమున్నది. భౌతిక శాస్త్రాదులు మానవుని పరిసరములకే చెందినవగుటవలన సులభగ్రాహ్యములై యున్నప్పటికిని మనుష్యానుభవమునకు చాలదూరముననున్న ఖగోళవిజ్ఞానము తదితర శాఖావిజ్ఞానములకంటె చాలముందుగనే నిశ్చితజ్ఞానముగా పరిణమించినది. ఇట్లాశ్చర్యమును గొలుపు ఖగోళశాస్త్రాభివృద్ధికి కారణములు లేకపోలేదు. అందు మొదటి కారణము ఖగోళవిజ్ఞానవిషయములు మానవునికి దుర్గమములగుటయే. ఆదిమమానవుడు అంతవరకు తన జీవితమును శాసించుచుండెడి సహజప్రవృత్తిని ఆవలబెట్టి తన బుద్ధిలో ఆలోచనకు తావిచ్చినప్పటినుండియును తన్ను పరివేష్టించియున్న పరిసరములకంటె దూరముననున్న వినువీధియే ఆతని నెక్కువగా నాకర్షించెను. పరిసరములతో నాతనికున్న యధికపరిచయ మొకప్పుడవజ్ఞగాకూడ మారినదని చెప్పవచ్చును. ఇక తనబుద్ధికందని యనంతాకాశము, అందలి భాసురమూర్తులు ఆతని జిజ్ఞాసను రేపినవి. తన జీవితమందు సంకటపరిస్థితుల వాతపడినపుడెల్ల నాతడు తన్నుద్ధరించు దేవతలకొర కాకసమువైపే యాశాదృక్కులతో చూచువాడు.

అందుచే వినువీధి యాతనిబుద్ధి కొక పెద్దసమస్యగా కన్పట్టి, సమాధానకల్పన కాతనిని పురిగొల్పినది.

ఇక రెండవకారణము. ఆలోచనానిమగ్న మగు మను జునిబుద్ధికి శాస్త్రనియమ స్వభావమును మెట్టమొదట తెల్లము చేసినవి సభోమూర్తుల సంచలనములు. నాటినుండి నేటివరకును వినువీధి యవేక్షకులకును, అనుశీలరుకును అనంతశాస్త్రీయపరీక్షల కాలవాలమై యున్నది. ఈదృశ్య గగనసరీక్షకై క్షేత్ర గణితము మొదట నిర్మించబడినది; ప్రారంభదశలో ఖగోళ శాస్త్రావగాహమునకు వృత్త, గోళముల క్షేత్రగణితము చాలి యున్నను క్రమముగా ఖగోళవిజ్ఞానానుశీలనమునకు క్లిష్టతర రూపముల క్షేత్రగణితము, గతిశాస్త్రము, ద్రవ్యముల పరస్పర ప్రభావానుశీలనము, తుదకు సాపేక్షవాదము మున్నగు గణితసిద్ధాంతములు కావలసివచ్చినవి.

అన్నిటికంటెను విచిత్రవిషయమేమనిన ప్రయోగమునకు దురధిగమ్యమగు ఖగోళశాస్త్రము భౌతికశాస్త్రసిద్ధాంతములను సమర్థించుట కనువగు పరిస్థితులుగల ప్రయోగశాలలను సభోమూర్తులందు సమకూర్చుట.

వేటొకదృష్టితో చూచినయెడల ఖగోళశాస్త్రమునకును తక్కినశాస్త్రశాఖలకును ఏర్పడిన సన్నిహితసంబంధము వాని పరస్పరలాభమునకు కారణభూతమైనదని చెప్పవచ్చును. తక్కిన శాస్త్రశాఖల విజృంభణముతోగూడ ఖగోళవిజ్ఞాన మభివృద్ధి చెందినది. ఇప్పటికికూడ నదియే పరిస్థితి. మాటవరుసకు ఖగోళశాస్త్రేతర శాఖలలో ఛాయాచిత్రములను తీయుట యందు నెలకొల్పబడిన యభివృద్ధి, లేదా ఫోటోఎల్క్ట్రీక్ సెల్,

రేడియో మున్నగువానియందు సంపాదితమైన యభివృద్ధి
ఖగోళశాస్త్రవిజ్ఞానభావమున కవకాశమిచ్చినది.

ఖగోళశాస్త్రాభివృద్ధి కీనాడు గణితశాస్త్రముకంటె
భౌతికశాస్త్రమే యెక్కువ ఆవశ్యకమేమో !

భూతలమందలి ప్రయోగశాలలో తా నార్జించినజ్ఞాన
మును వినువీధియందలి మూర్ఖుల కన్వయింపజేసి వాని మర్క
ముల నవగతమొనర్చుకొనిన విజ్ఞాని తన ప్రతిభావిశేషములకు
తానే యొకప్పుడు మురిసి సృష్టికి తానే శిరోమణియను అహం
భావమునకు గురికావచ్చును. కాని వెంటనే ఊహితము
లగు నభోమూర్ఖుల పరిమాణములు, వాని అంతరాళపరిమాణ
ములు, అవి పాటించు నత్యద్భుత నియమముల పర్యాలోచనలో
తాను సృష్టికి శిరోమణి యను భావము రూపుమాసి తన
యల్పతయు, విశ్వస్థయొక్క నిరవధికశక్తియు మనస్సును
ఆవర్జించి, యాతని మహానందసౌధము నధిష్ఠింపజేయును.

విశ్వము విశ్వమయమని కావ్యము. జ్యోతిర్మాత్రు లా కా
వ్యమందలి యుజ్జ్వలాక్షరపంక్తులు. లాకిక కావ్య పర్యాలో
చనయందు గలుగు నానందము బ్రహ్మానందమునకు సజాతీయ
మని యొప్పుకొన్నచో విశ్వకావ్యానుశీలనమువలన కలుగు
నానందము బ్రహ్మానందమే యనుట కభ్యంతర మేమియు లేదు.
దీనితత్త్వము సంశయ విపర్యయరహితముగా మానవుని మన
స్సునకు హత్తుకొనిననాడే ప్రపంచమున శాంతి నెలకొనును.

అనుబంధము I

కాలము

రెండుసంఘటనల నడిమివ్యవధికి కాలమని పేరు. మానవు డతిప్రాచీనకాలమునుండియు సూర్యుని బట్టియే కాలమును కొలుచుచుండెను. భూమి తనలో తాను తిరుగుచు సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచున్నది గదా. భూభ్రమణమువలన సూర్యునికి ఉదయాస్తమయములు సంభవించుచున్నవి. సూర్యోదయమునుండి సూర్యోదయమువరకును గల వ్యవధిని దినమనియును, సూర్యోదయముతోనే దినప్రారంభ మగుననియును ప్రాచీనభారతీయులు వ్యవహరించిరి. ఈనాడుకూడ హిందూ పంచాంగకర్త లారీతిగనే దినమును గణింతురు. కాని పాశ్చాత్యులు దినము నారీతిగా గణింపలేదు. సూర్యుడు యామ్యోత్తర రేఖపై ఊర్ధ్వసంక్రమణమందు వరుసగా రెండుమారులు ప్రత్యక్షమగుటకుగల కాలవ్యవధిని దినముగా గణించి, సూర్యుడు ఊర్ధ్వసంక్రమణమందున్నప్పుడే దినప్రారంభముగా నెన్నుకొనిరి. సూర్యుడు ఊర్ధ్వసంక్రమణమందు మిట్టిమధ్యాహ్నసమయమున నుండును కదా. అప్పుడు మానవుడు తన దైనికకార్యకలాపములను చురుకుగ సాగించుకొనుచుండును. అట్టిసమయముతో దినము మారుటవలన ననేకమైన యిబ్బందులుండుట సహజము. అందుచే సూర్యుడు యామ్యోత్తర రేఖపై నిమ్నసంక్రమణమందు వరుసగా రెండుమారులు ప్రత్యక్షమగుటకుగల కాలవ్యవధిని దినముగా గణించి, సూర్యుడు యామ్యోత్తర రేఖమీద నిమ్నసంక్రమణమందున్నపుడే దినము

ప్రారంభమగునని 1925 వ సంవత్సరములో నేర్పాటుచేసికొనిరి. సూర్యుడు యామ్యోత్తరరేఖపై నిమ్నసంక్రమణమందు అర్ధరాత్రిసమయమున నుండును. అందుచే నట్టిసమయమున దినము ప్రారంభమైన నెట్టియిబ్బందియు నుండదు. 1 దినము 24 గంటలకును, 1 గంట 60 నిమిషములకును, 1 నిమిషము 60 సెకనులకును సమానము. సూర్యుడు 24 గంటలకాలములో 360 అంశలదూరమును, 1 గంటకాలములో 15 అంశలదూరమును,.....ప్రయాణముచేయును. కాన సూర్యుడు యామ్యోత్తరరేఖపై నిమ్నసంక్రమణమందున్న పుడుకాలము 0 గంటలును, ఊర్ధ్వసంక్రమణమందున్న పుడు 12 గంటలు నగును. అట్లే సూర్యుడు శీర్ష బిందువునకు 15° తూర్పుననున్న అనగా 165° హోరావృత్తమందున్న 11 గంటలును, శీర్ష బిందువునకు 15° పశ్చిమముననున్న అనగా 195° హోరావృత్తమందున్న 13 గంటలును,.....అగును. ఈవిధముగా నొక ప్రదేశమందు సూర్యుడేహోరావృత్తమందున్నాడో గ్రహించుట వలన ఆప్రదేశమందలి కాలమును కనుగొనవచ్చును.

పైరీతిగా సూర్యుని దృశ్యసంచలనమునుబట్టి గణించిన కాలమునకు దృశ్యసౌరకాలమని పేరు.

దృశ్యసౌరకాలము సులభముగా గణించుటకు వీలున్నదే; కాని అందొక లోపమున్నది. మిక్కిలి సుగ్రహములగు గణియారముల సాహాయ్యమున దినములపరిమాణములను వరుసగా కొన్ని దినములు పరిశీలించినచో అవి యన్నియు సమానముగా లేవని మనకు వ్యక్తమగును. ఈవిధముగా దిన

ములపరిమాణములో సంభవించుచున్న వ్యత్యాసములవలన గడియారములు మున్నగు పరికరములను తయారుచేయుటలో ఇబ్బంది కలుగును. దీనిని తొలగించుటకై 'మాధ్యమసౌర కాలము'ను శాస్త్రజ్ఞులు ప్రవేశపెట్టిరి. ఒక సంవత్సరమందలి దినములయొక్క సరాసరిపరిమాణమే ఈ కాలమానములో దినముయొక్క పరిమాణమగును. దీనికి 'మాధ్యమసౌర దినమ'ని పేరు. దృశ్యసౌర కాలమందున్నట్లుగనే మాధ్యమ సౌర కాలమందుకూడ దినమునకు 24 గంటలు, గంటకు 60 నిమిషములు, నిమిషమునకు 60 సెకనులు నుండును. మన నిత్యజీవితములో నేడు వాడుకయందున్నది మాధ్యమ సౌర కాలమే.

మాధ్యమసౌరకాలము నిత్యజీవితవ్యవహారమున కుపయుక్తముగనే యుండును గాని ఖగోళశాస్త్రమందది యుపయోగకరముగ నుండదు. ఏ సూర్యుని సాహాయ్యమున నీ కాల మేర్పరుచబడినదో యా సూర్యుడు సక్షత్రములనుబట్టి ప్రతిదినము తూర్పుదెసగా జరుగుటయే అందుకు కారణము. కాగా సక్షత్రకాలమని మరియొక దానిని ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులేర్పరుచుకొనవలసివచ్చినది. సక్షత్రములనుబట్టి భూమి యొక భ్రమణమును చేయుటకు పట్టెడికాలమును 'సక్షత్రదినమ'ని యీపద్ధత్యందు పేర్కొందురు. యామ్యోత్తరవృత్తముమీదికి మేషాదిబిందువు వచ్చుటతో నొకప్రదేశమున సక్షత్రదినము ప్రారంభమగును. యామ్యోత్తరవృత్తమునుదాటి మేషాది బిందువు 15° పశ్చిమముగా సంచరించినపుడు 1 గంటయును,

30° పశ్చిమముగా సంచరించినపుడు 2 గంటలును, ...నక్షత్రకాల మగును. సౌరకాలమును విభజించినట్లుగనే నక్షత్రకాలమునుకూడ గంటలు, నిమిషములు, సెకనులుగా విభజింతురు.

నక్షత్రకాలమునకంటె మాధ్యమసౌరకాలములో దినము యొక్క పరిమాణము కొంచెము ఎక్కువ. సూర్యునిచుట్టు భూమి పరిభ్రమించుచుండుటవలన, నక్షత్రములనుబట్టి సూర్యుడు తూర్పుదిశగా సంచరించుచున్నట్లు కనపడును. తత్ఫలితముగా నొకసంవత్సరకాలములోనున్న మాధ్యమసౌర దినములకంటె నక్షత్రదినములసంఖ్య 'ఒకటి' హెచ్చుగా నుండును. అనగా సెప్టెంబరు 21 వ తేదీని మాధ్యమసౌర కాలమును చూపించుగడియారమును, నక్షత్రకాలమును చూపించు గడియారమునుకూడ సమముగా ఒకేకాలమును చూపించునట్లు పెట్టినయెడల, అంతటినుండి ప్రతిదినమును రమారమి నాలుగేసి నిమిషముల చొప్పున మాధ్యమసౌర కాలమును చూపించు గడియారమునుబట్టి నక్షత్రకాలమును చూపించు గడియారము వెనుక ఉండును.



సూర్యకుటుంబము

[illegible]

పట్టిక II

గ్రామము వేరు	ఉపగ్రామాలు వేరు	అవేక్షణ కాలము	గ్రామమునుండి సహస్రములు (మైళ్ళలో)	పరిశ్రమణ కాలము ౩. ౧౦. ని.	వాణ్యము (మైళ్ళలో)	జుళ్ళు దిక్కు
1	2	3	4	5	6	7
భూమి	చంద్రుడు	—	2,38, 857	27.7.43	2160	-12
నెలలు	నెలలు	1577	5, 826	0.7.39	10	+12
"	నెలలు	1577	14, 580	1.6.18	5	13
నెలలు	నెలలు	1892	1,12, 600	0.11.57	100	13
"	నెలలు	1610	2,61, 800	1.18.20	2,300	5
"	నెలలు	1610	4,61, 600	3.13.14	2,000	6
"	నెలలు	1610	6,64, 200	7.3.43	3,200	5
"	నెలలు	1610	11,69, 000	16.16.32	3,200	6
"	నెలలు	1664	71,14, 000	250.16.0	100 ?	14
"	నెలలు	1905	72,92, 000	260.1.0	40 ?	16
"	నెలలు	1938	73,40, 000	254		18
"	నెలలు	1938	1,42,00, 000	692		18
"	నెలలు	1908	1,48,00, 000	739	40 ?	16
"	నెలలు	1914	1,50,00, 000	750	20 ?	17
"	నెలలు	1951	?	?	?	?

1	2	3	4	5	6	7
శని	మైసూర్	1789	1,15,000	0-22-37	300 ?	12
"	ఎక్స్-సిటీజన్	1789	1,48,000	1-8-53	400 ?	12
"	కెప్టెన్	1684	1,83,000	1-21-18	600 ?	11
"	జూయర్	1684	2,34,000	2-17-41	600 ?	11
"	క్రియా	1672	3,27,000	4-12-25	900	10
"	క్లెర్క్	1655	7,59,000	15-22-41	2900	8
"	మైసూర్	1848	9,20,000	21-6-38	300 ?	13
"	అయర్ మెన్	1671	22,10,000	79-7-56	?	11
"	ఫోయర్	1898	80,34,000	550	200 ?	14
తరులేనన్	మిరాంజా	1948	81,000	1-9-56	?	17
"	వైయర్	1851	1,19,000	2-12-29	600 ?	15
"	జంబైయర్	1851	1,66,000	4-3-28	400 ?	16
"	మైసూనియా	1787	2,72,000	8-16-56	1000 ?	14
"	బుడెహాక్	1787	3,64,000	13-11-7	900 ?	14
నెల్సన్	మైసూర్	1846	2,20,000	5-21-3	2800 ?	13
"	నెల్సన్	1949	?	సుమారు 80 సం॥	200 ?	19

అధికదృశ్యదీ పిగల నక్షత్రములు

నక్షత్రనామము	నక్షత్రరూపి	పిండూ నామము	దృశ్య పరిమాణము	జ్యము	దూరము కాంతిసం
నీలదళమ్	ఆల్ఫా కేసేస్ పెన్జిల్	మృగవ్యాధుడు	-1.58	నీలి	8.6
కెనోఫస్	ఆల్ఫా కేసేస్	ఆగస్త్యుడు	-0.86	లేతపసుపు	?
రిల్లా పెంటార్	ఆల్ఫా పెంటార్	విశ్రుడు	+0.06	పసుపు	4.3
వేగా	ఆల్ఫా కేసేస్	ఆగస్త్యుడు	0.14	లేతనీలి	26
నీలదళమ్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	0.21	పసుపు	52
ఆల్ఫా కేసేస్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	0.24	నారింజ-పసుపు	41
కెనోఫస్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	0.31	లేతనీలి	500
నీలదళమ్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	0.43	లేతపసుపు	10.5
కెనోఫస్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	0.60	నీలి	70
నీలదళమ్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	0.86	నీలి	300
కెనోఫస్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	0.89	లేతపసుపు	16
నీలదళమ్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	0.92	ఎరుపు	200
కెనోఫస్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	1.06	నారింజ	57
నీలదళమ్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	1.21	పసుపు	32
కెనోఫస్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	1.21	నీలి	230
నీలదళమ్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	1.22	ఎరుపు	380
కెనోఫస్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	1.29	తెలుపు	24
నీలదళమ్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	1.33	తెలుపు	600?
కెనోఫస్	ఆల్ఫా కేసేస్	విశ్రుడు	1.34	లేతనీలి	56.

కొన్ని ముఖ్యనక్షత్రరాసుల హిందూనామములు

ఏండ్రోమిడా - దేవయాని

ఏక్విలా - గరుడరాశి

ఆరిగా - సాగధ

బూటెస్ - భూతేశుడు

కేసియోపియా - శర్మిష్ఠ

సెఫియస్ - వృషపర్వ

పైగ్నస్ - రాజహంస

డ్రేకో - అజగము

లాస్ట్రా - సగట

లైరా - వీణారాశి

పెగాసస్ - ఉచ్చైశ్రవరాశి

సర్పెన్స్ - భుజగరాశి

అర్నామెనర్ - శింశుపూరిము

ఎల్ఫేరియస్ - కుంభము

ఏరిజ్ - మేషము

కెన్సర్ - కర్కాటకము

కేప్రికార్నస్ - మకరము

జెమినై - మిథునము

లియో - సింహము

లైరూ - తుల

సిస్టీజ్ - మీనము

సగ్జేరియస్ - ధనుస్సు

స్కార్పియస్ - వృశ్చికము

టారిస్ - వృషభము

చర్క్ - కన్య

సెంటారిస్ - కన్నెరి

సీటస్ - తిమింగలరాశి

ఎరిడేనస్ - వైతిగణి

హైడ్రా - వాసుకి

ఒరియన్ - మృగశ్యాధుడు

విగ్జేప్పర్, స్టా - సప్తమిండలము

స్లియడె - కృత్తిక; పుల్లలతోడి



పారిభాషిక పదకోశము

అదీకరణసామర్థ్యము : శాస్త్రీయపరికరముతో చూచినపు డగపడు వస్తువుయొక్క పరిమాణమునకును, వట్టికంటితో చూచినపు డగపడు దాని పరిమాణమునకును గల నిష్పత్తి ఆపరికరముయొక్క ఆధీకరణ సామర్థ్యము.

అపాయనము : ఒకనభోమూర్తి స్థానమునందు ఆ నభోమూర్తి నుండి కాంతి యేదిశలో మనలను చేరుచున్నట్లు గోచరించుచున్నదో ఆదిశగా భూమి సంచరించుటవలన కన్పట్టు సానధ్రప్రత్వము.

అయస్కాంతక్షేత్రము : ఒక అయస్కాంతముయొక్క ప్రభావము వ్యాప్తమైయున్న ప్రదేశము.

ఆల్బెడో : కాంతినిగోధకవస్తువు పరావర్తనమొనర్చు కాంతి పరిమాణమునకును, దానిపై పతనమైన మొత్తము కాంతిపరిమాణమునకునుగల నిష్పత్తి.

కాంతిసంవత్సరము : మానవము వెలికితగ్గుచున్నట్లై వినియోగపడు ఏకాంకము. దీనినిబిలువ కాంతి ఒకసంవత్సరములో ప్రయాణము చేయు దూరమునకు (5.88×10^{12} మైళ్ళు) సమానము.

డెక్లినేషన్ : నభోమధ్యరేఖనుండి ఉత్తర దక్షిణములుగా నభోమూర్తికిగల కోణీయదూరము.

పరిభ్రమణము : ఒకమూర్తి మరయొకమూర్తిచుట్టు తిరుగుట.

పాతములు : రెండుకక్ష్యలు పరస్పరము ఖండించుకొనుచుందువులు. భూ, చంద్రకక్ష్యలు పరస్పరము ఖండించుకొనుచుందువులను ఉచ్చపాతము లేక రాహువు, సంచపాతము లేక కేతువు అని వేర్కొందురు.

ఫ్లోక్యులి : ముఖ్యముగా కాల్షియమ్ కాంతిలో తీసిన మార్బుని ఛాయాచిత్రములందు కనపడు విస్ఫులింగములకు హేల్ శాస్త్రజ్ఞుడొసగిన ప్రత్యేకనామము.

విస్ఫులింగములు : దీప్త్యావరణమందు సామాన్యముగా సూర్యాంకముల దాపుననే ప్రత్యక్షమగు దీప్తిమంతమైన ప్రదేశములు. మార్బుని దీప్త్యావరణమందు సూర్యాంకములులేని తావులలోకూడ నివి యుండుట కలదు.

పా రి ధా పి క శ బ్దా వళి

అపాయనము Aberration
 అయస్చలనము Precession of the
 equinoxes
 ఆవేక్షించు Observe
 అనుమానికముగా Inferentially
 ఆవర్తధూమకేతువు Periodic
 comet
 ఆవృత్తము, ఆవృత్తి Cycle
 ఉచ్ఛపాతము (గ్రాహువు)
 Ascending node
 ఉత్సుటమల్కావాదము
 Explosive meteoric theory
 ఉల్కలు Meteors
 ఉల్కాపాతము Meteoric shower
 ఋక్షగతి Direct motion
 ఏకాంకము Unit
 కటకాయనము Summer solstice
 కుండలి Ring
 కోమా Coma
 క్రాంతివృత్తము Ecliptic
 క్రాంతివృత్తమండలము Zodaic
 ఖండచ్ఛాయ Penumbra
 గర్భము Core
 గర్తము Crator
 గోళాకారపుంజము Globular
 cluster
 గ్రహములు, అంతర్ inferior
 planets
 ,, బాహ్య superior ,,

,, భౌమ్య (పార్థివ) terrestrial ,,
 గ్రహక్రాంతి Transit of planet
 చాక్షుషయగళములు Optical
 doubles
 జంటతారలు Binary
 డెక్లినేషన్ (అవనతి) Declination
 తారాపుంజము Star cluster
 తులాదిబిందువు First point of
 libra
 దీప్త్యవరణము Photosphere
 దీప్తి Luminosity
 నభోమూర్తులు Heavenly bodies
 నక్షత్రకాలము Siderial time
 నక్షత్ర మేఘము Star cloud
 నక్షత్రరాసులు, పరిధ్రువ
 Constellations, Circumpolar
 పరిభ్రమణము Revolution
 పరిమాణము Magnitude
 ,, ఛాయాచిత్ర Photographic ,,
 ,, దృశ్య Apparent ,,
 ,, యథార్థ Absolute ,,
 పరివర్తక స్తరము Reversing layer
 పాతము Node
 పాదబిందువు Nadir
 పాదస్థము Quadrature
 పూర్ణచ్ఛాయ Umbra
 పేర్ సెక్ Parsec
 ప్రధానశ్రేణితారలు Main
 sequence stars

ప్లోక్యులి Floculli
 ప్రేషము Pressure
 బహుళతారలు Multiple stars
 బృహత్తారలు, }
 బృహదారుణతారలు } Red giants
 భూరశ్మి Earth's shine
 భౌతిక యుగళములు Physical
 doubles
 భౌమ్యరేఖలు Telluric lines
 భ్రమణము Rotation
 మకరాయనము Winter solstice
 మకుటము Corona
 మహాబృహత్తారలు Super giants
 మేషాదిబిందువు First point of
 aries
 యామ్యోత్తరవృత్తము Celestial
 meridian or meridian
 యుగళతారలు Binary stars or
 double stars
 ,, గ్రాహి Eclipsing binaries
 యుగళము, వర్ణమాలా
 Spectroscopic binary
 యుతి, యోగము Conjunction
 యోగము, అంతర inferior ,,
 ,, న్యూన ,, ,,
 ,, బాహ్య superior ,,
 రస్సెల్ చిత్రము Russel diagram
 రేడియంట్ Radiant
 రైట్ ఎస్సెన్షియల్ Right ascention
 లంబనము Parallax
 నక్రగతి Retrograde motion

వర్ణమాచి Colour index
 వర్ణావరణము Chromosphere
 వికేంద్రత Eccentricity
 వివృతపుంజము Open cluster
 విషువస్థలు Equinoxes
 విస్ఫులింగములు Faculae
 వృద్ధిక్షయతారలు Variables
 ,, ఆవర్తి periodic ,,
 ,, అనావర్తి (ఆవర్తరహిత)
 non periodic ,,
 ,, క్రమరహిత irregular ,,
 ,, గ్రాహి eclipsing ,,
 ,, దీర్ఘవ్యవధి long period ,,
 ,, సిఫైయి cepheid ,,
 ,, పురాణ classical ,,
 ,, సమూహ cluster ,,
 మేగుమర్క- Morning star
 మైకల్యము Perturbation
 పిర్ని బిందువు Zenith
 శ్వేతివామనతారలు White
 dwarfs
 పక్షాంతరము Opposition
 సంధ్యాతార Evening star
 సూర్యాంకములు Sun spots
 సౌరకాలము Solar time
 సౌరజ్వాలలు Prominences
 స్థంభము Stationary
 స్పందనసిద్ధాంతము Pulsation
 theory
 హోరావృత్తము Hour circle

సూ చీ త్ర

అంకెలు పుటలను, స్ఫుటముగనున్న అంకెలు విషయము పేజీషముగా చర్చింపబడిన వరుసపుటలలో తొలిపుటలను సూచించును.

అంశశాస్త్రకారపు నెబ్యులా 90, 306
 అంతర్గ్రహములు 113, 115, 174
 అతిచారము 102
 అపాయనము 37, 39
 అయనచలనము 54, 70
 అరుంధతీ 83, 250, 252
 అర్సామేజర్ 80, 82, 85, 86
 అర్సామైనర్ 80, 85
 అశ్వినీ 79, 162
 అక్షాంశము 15, 19
 ఆంటారెస్ 92, 267, 272
 ఆఫెర్ నార్ 100
 ఆగ్నేయఉల్కాపాతము 237
 ఆక్ట్యూగెస్ 91
 ఆరిగా 80, 96, 97
 ఆల్ఫా 88, 285, 290
 ఆల్ఫైయిర్ 89, 90, 251
 ఆల్డిదెరా 73, 94, 245, 250
 ఆల్ఫా అర్సామైనోరిస్ 58, 59
 ఆల్ఫా కేనిస్ మెజోరిస్ 73
 ఆల్ఫాటా 73
 ఆల్ఫానైరె 73
 ఆల్ఫాసెంటారి 99
 ఆల్మాక్ 87
 ఆస్టిరాయిడులు 5, 108, 160, 192
 ఉచ్చపాతము 167

ఉత్తరధ్రువమారము 67
 ఉత్తరబిందువు 65
 ఉత్సస్ఫుటమృగావాదము 172
 ఉల్కగ్రహములు 3, 6, 106, 160
 ఉల్కలు 3, 6, 106, 172, 232
 ఉల్కాపాతము 231, 234
 బుధునితీ 102, 103
 బుధువులు 52
 ఎన్వోయస్ 58, 92, 94
 ఎరిడేనస్ 100
 ఏండ్రోమీడా 80, 87, 89, 92
 ఏండ్రోమిడాన్ 237, 238
 ఏల్లూలా 80, 90
 ఏకిజ్ 58, 92
 ఒఫియూఖస్ 80, 98, 280
 ఒరియన్ 81, 94, 243
 కటకాయనము 66
 కాంతిసంవత్సరము 260
 కాసియోపియా 80, 86, 89
 కణ్ణాడు 5, 108, 186
 ,, ఉల్కగ్రహములు 192
 ,, కీప్తి 187
 ,, భౌతికలక్షణములు 188
 కెనోపస్ 100, 118
 కేశువు 167
 కేపెల్లా 88, 97

శ్రేష్ఠర్ 96, 292
 కోర్మానాపారియాలిన్ 92
 కోమా 226
 కోమా యెరై నెన్ 243
 క్రాంతివృత్తిము 52, 57, 65, 78
 గామాసిఫ్టూ 59
 గురుడు 5, 108, 201
 ,, ఉపగ్రహములు 205
 ,, కక్ష్య 201
 ,, దీప్తి 201
 ,, పరిమాణము 201
 ,, భౌతిక లక్షణములు 202
 గెలక్సీ 3, 7, 300
 గ్రహములు 3, 4, 7, 61, 101, 170,
 గ్రహ కక్ష్యలు 108
 ,, క్రాంతి 181
 ,, చాయ 101
 ,, ద్రవ్యమానులు 118
 ,, పరిభ్రమణము 106
 ,, పరిభ్రమణ వేగము 117
 ,, భౌతిక పరిస్థితులు 116
 ,, స్థానములు 111
 గ్రహణములు 30, 167
 ,, సూర్య 150, 166, 181
 ,, చంద్ర 14, 30, 168
 గ్రహపీఠవృద్ధిక్షయతారలు 265
 గ్రేట్ నెబ్యులా ఇన్ ఏండ్రోమిడా 88
 గ్రేట్ నెబ్యులా ఇన్ ఒరయన్ 95, 308
 గ్రేట్ బేర్ 83
 గ్రేటెస్టు ఈస్టర్న్ ఈలాంగేషన్
 116, 180

గ్రేటెస్టు ఈస్టర్న్ ఈలాంగేషన్ 116, 180
 చంద్రుడు 6, 14, 61, 101, 160, 262
 ,, కళలు 162
 ,, కక్ష్య 160
 ,, గ్రహములు 171
 ,, భూమి నుండి దూరము 161
 ,, పరిభ్రమణము 161
 ,, క్రిమణము 162
 ,, భౌతిక లక్షణములు 170
 కెమి నై 80, 96
 జంట (నెబుల) తారలు 286
 జ్యోతిష్పంక్తులు 151
 టారన్ 73, 94
 టి. సిఫ్టెయి 278
 టెయిలర్ నుడు పువ్వు 231, 234, 238
 డెక్లినేషన్ 66, 67, 74
 డెసబోలా 97
 డెట్రాసిఫ్టెయి 89, 274, 276
 డెట్రా హెయ్యులన్ 287
 డెల్ఫినస్ 80, 90
 డేసబ్ 89, 90
 డ్రేకో 59, 80, 86
 తారాపుంజములు 286, 293
 తులాదిబిందువు 55, 58, 66
 తేనో 2 పాయనము 34, 35
 తోక్ ముక్కలు 3, 5, 106, 223
 ధ్రువనక్షత్రము, ఉత్తర 14, 58,
 76, 77, 84, 250, 252, 277
 సభోగోళము 54, 61
 సభోమూర్తులు 2
 నవంబరు ఉల్కాపాతము 238

నక్షత్రములు 3, 7, 21, 61, 239

,, చాయాచిత్రపరిమాణము 257

,, ద్రేపదుటలాగు 242

,, తాపక్రమము 246

,, దూరము 259

,, దృశ్యపరిమాణము 251

,, పరిమాణము 250

,, పరిమాణమును కనుగొనుపద్ధతి

254

,, యథార్థపరిమాణము 253

,, రంగులు 239, 246

,, రస్పెక్ట్ చిత్రము 267

,, వర్ణములు 267

,, వర్ణమాలలు 239, 246

,, వర్ణమాలావర్ణములు 242

,, వర్ణమాలావర్ణకరణము 239

,, వర్ణసూచిక 257

,, వ్యూహములు 265

,, స్వీయచలనము 302, 303

నక్షత్రమేఘములు 295

,, మేగిలా 296

,, స్థానిక 296, 303

నక్షత్రరాసులు 71

,, ఉత్తరమండల 75, 79, 80

,, క్రాంతివృత్తమండల 75, 78, 80

,, దక్షిణమండల 75, 78, 81

,, నభోమధ్యరేఖామండల 75

,, పరిధ్రువ 75

మాతనతారలు 274, 279

నక్షత్రాంశ 5, 108, 219, 220

నక్షత్రాలాలు 3, 7, 304

,, కాంతిహీనమైన 306

,, గుర్రపుతలకారపు 307

,, గెలాక్టిక 304

,, గ్రహకార 304

,, బహిర్గెలాక్టిక 277, 304, 308

,, విక్షిప్త 304, 307

,, సర్పిలాకార 310

న్యూటేషన్ 59

పాతములు 167, 181

పాదబిందువు 63

పాదస్థము 115, 165

పిల్లలకోడి 94

పిస్టీజ్ 58, 92, 93, 94

పెగాసస్ 80, 87, 92

పెర్సియస్ 80, 88, 89

పెర్సెయస్ 237

పెల్లాస్ 196, 198

పేర్ సెక్ 260

పోలస్ 96, 250

ప్రధానక్షేపితారలు 270, 273

ప్రసెపె 97

ప్రోక్సిమా సెంటారి 99, 121, 259, 260

ప్రోసియా 95, 96, 244

ప్రియడీప్ 94, 293, 294

ప్లూటో 5, 108, 109, 112, 160, 220

ఫాక్ మేనన్ నక్షత్రము 74, 266, 271

ఫోమల్ హార్ట్ 100

ఫ్రాక్ హోఫర్ రేఖలు 134, 145,

146, 158, 241, 289, 290

ప్లాక్యలి 132, 149, 150
 బహుళతారలు 286, 292
 బార్మాద్దనక్షత్రము 74
 బీటల్ గాజ్ 95, 267, 272, 279
 బిగ్ డిప్పర్ 83
 బీటాబరయానిస్ 73, 95
 బుధుడు 4, 108, 109, 174
 „ కళలు 176
 „ క్రాంతి 182
 „ భౌతికలక్షణములు 183
 „ భ్రమణము 185
 బూటెస్ 80, 91
 బృహత్తారలు 270, 272
 బేలాధూమరేతువు 231, 234
 బోడేనియము 112
 భూమి 5, 11, 108, 186
 „ ఆకారము 11
 „ ఆకర్షణబలము 46
 „ ఉచ్చస్థానము 43
 „ కక్ష్య 40, 48
 „ ద్రవ్యరాశి 49
 „ నీచస్థానము 43
 „ పరిభ్రమణము 31
 „ పరిభ్రమణకారణము 46
 „ పరిభ్రమణవేగము 43
 „ భ్రమణము 19, 21
 „ భ్రమణవేగము 29
 „ సాంద్రత 18
 భౌమరేఖలు 146
 మకరాయనము 66

మహాబృహత్తారలు 270
 మేసాదిబిందువు 55, 58, 66
 యామ్యోత్తరవృత్తిము 65
 యుతి 113
 యురేనస్ 5, 108, 193, 212, 220
 యోగము 113, 165
 „ అంతర (న్యూన్) 114, 115, 179
 „ బాహ్య 114
 రాహువు 167
 రిగెల్ 73, 95
 రెగ్యులస్ 97, 250
 రేడియంట్ 235
 రైట్ ఎనెక్షన్ 66, 68, 74
 లంబనము 34, 38, 39, 261, 262, 263
 లియోనిడ్స్ 237, 238
 లియో 80, 97
 లైరా 59, 80, 89
 లైరిడ్స్ 237
 వక్రగతి 102
 విషువత్తులు 55, 58, 66
 విస్ఫులింగములు 144
 వృద్ధిక్షయతారలు 273
 „ ఆవర్తి 274
 „ ఆవర్తిరహిత 274
 „ క్రమరహిత 274, 279
 „ గ్రాహి 274, 285
 „ తారాపుంజ 274
 „ దీర్ఘవ్యవధి 274, 278
 „ పురాణ 276
 „ సిఫియై 274, 295, 296, 303

జేగా 59, 73, 89, 243

చేసుచుక్క 4, 179

శని 5, 108, 207

,, ఉపగ్రహములు 211

,, వందలి 207

,, భౌతిక లక్షణములు 212

శీర్ష బిందువు 63

శుక్రుడు 4, 108, 174, 176

శ్వేతవాచునతారలు 270, 271

షడ్భాంతరము 115, 165, 186

సంధ్యాతార 179

సగిట్ట 80, 90, 91

సప్తమండలము 82, 250

సిఫియస్ 59, 80, 88, 89

సిరియస్ 73, 95, 96, 243, 250,
259, 260

సీకిస్ 196, 198

సూపర్ నోవా 284

సూర్యవీటుంబము 7, 119

సూర్యశక్తి 128

సూర్యాంకములు 132, 134, 151,
156, 157

సూర్యుడు 11, 47, 53, 61, 101,
103, 121, 241, 244, 254, 259,
300, 302

,, గర్భము 125

,, దీప్త్యావరణము 125, 126, 132

,, దృశ్యసంచలనములు 156

,, దృశ్యము 122

,, నిర్మాణము 125

,, పరిభ్రమణము 159

,, పరివర్తికస్తరము 125, 134, 145

,, భ్రమణము 157

,, చతుటము 155, 150

,, వణ్ణావరణము 125, 147

సెంటూరస్ 81, 93

స్పైర్స్ 59, 80, 90

సౌరజ్వాలలు 154

స్కార్పియస్ 80, 92

స్తంభము 102

స్పైకా 98

హయాడిస్ 94, 203, 204

హెక్ట్యుల్స్ 59, 80, 86, 91, 92

హోరావృత్తము 69

క్రమ సంఖ్య	తరగతి	పేరు	పేరు
31	౫	మహాలక్ష్మిదేవి	మ. లక్ష్మిదేవి
39	12	మహాలక్ష్మి	మ. లక్ష్మి
64	11	మహాలక్ష్మి, Mr	మ. లక్ష్మి, Mr
111	16	14,87,00,000	12,87,00,000
26 వ పరిశీలన	మహాలక్ష్మిదేవి మహాలక్ష్మిదేవి మహాలక్ష్మిదేవి N. G. C. 150		
27 వ పరిశీలన	మహాలక్ష్మి N. G. C. 1501 మహాలక్ష్మి N. G. C. 1501		

